

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年8月2日 (02.08.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/55567 A1

(51) 国際特許分類: F02B 17/00, 23/06, 31/00,
31/02, F02D 41/02, 41/04, F02M 25/07

(21) 国際出願番号: PCT/JP01/00424

(22) 国際出願日: 2001年1月24日 (24.01.2001)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2000-15634 2000年1月25日 (25.01.2000) JP
特願2000-15672 2000年1月25日 (25.01.2000) JP
特願2000-53974 2000年2月29日 (29.02.2000) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社
豊田中央研究所 (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA
CHUOKENKYUSHO) [JP/JP]; 〒480-1192 愛知県愛知
郡長久手町大字長湫字横道 41番地の1 Aichi (JP). トヨタ
自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI
KAISHA) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県豊田市トヨタ町
1番地 Aichi (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中北清己

(NAKAKITA, Kiyomi) [JP/JP]. 冬頭孝之 (FUYUTO,
Takayuki) [JP/JP]. 稲垣和久 (INAGAKI, Kazuhisa)
[JP/JP]. 堀田義博 (HOTTA, Yoshihiro) [JP/JP]. 秋濱
一弘 (AKIHAMA, Kazuhiro) [JP/JP]. 稲吉三七二
(INAYOSHI, Minaji) [JP/JP]; 〒480-1192 愛知県愛知
郡長久手町大字長湫字横道 41番地の1 株式会社 豊田
中央研究所内 Aichi (JP). 阪田一郎 (SAKATA, Ichiro)
[JP/JP]; 〒471-8571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 ト
ヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 弁理士 水野 桂 (MIZUNO, Katsura); 〒
460-0008 愛知県名古屋市中区栄二丁目10番19号 名
古屋商工会議所ビル Aichi (JP).

(81) 指定国 (国内): US.

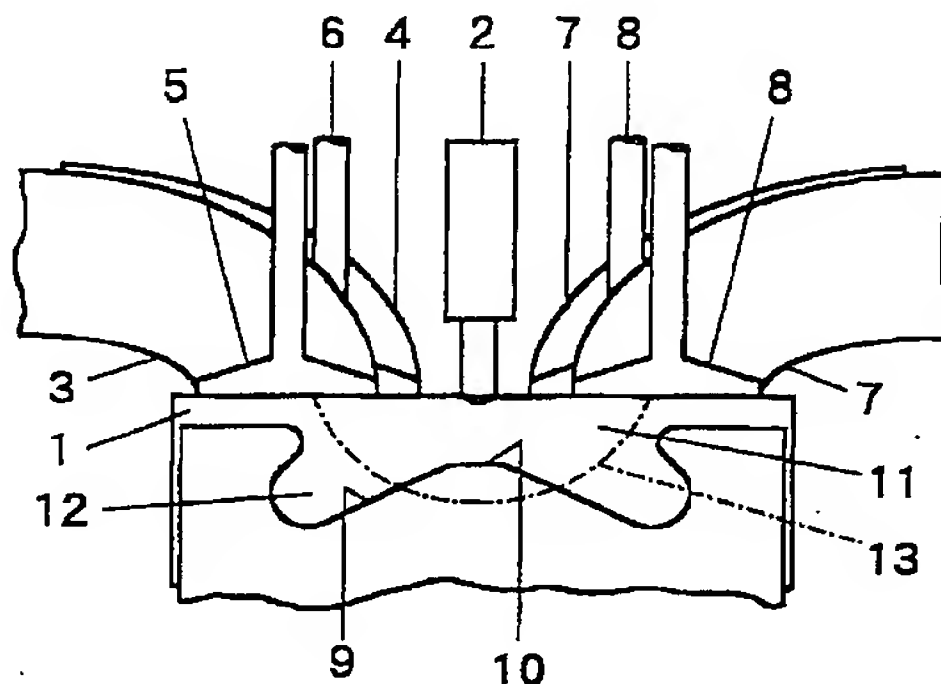
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: DIRECT INJECTION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 直接噴射式内燃機関



(57) Abstract: A direct injection type internal combustion engine capable of controlling the status of combustion by stratifying an intake in a combustion chamber, reducing harmful substances contained in exhaust gases, and injecting fuel into the combustion chamber, wherein intakes with different compositions are disposed at the center part (13) containing the fuel injection position of the combustion chamber (1) and the peripheral parts thereof, respectively, at the start of the combustion of fuel near the end of a compression stroke, the intakes with different compositions being those containing specified components different in density such as exhaust gases and fuel.

[続葉有]



WO 01/55567 A1



(57) 要約:

燃焼室の吸気を成層化して燃焼状態を制御する。排気中の有害物質を減らす。

燃料を燃焼室に噴射する直接噴射式内燃機関において、圧縮行程終期近傍の燃料燃焼開始時に、燃焼室（１）の燃料噴射位置を含む中心部（１３）と周辺部に、組成の異なる吸気を配置する。組成の異なる吸気は、排気や燃料のような特定成分の濃度が異なる吸気などである。

明 細 書

直接噴射式内燃機関

技術分野

- 5 本発明は、燃料を燃焼室に噴射する直接噴射式内燃機関において、燃焼室の吸気を成層化する技術に関する。

背景技術

第1従来技術（日本特開平11-148429号公報）

- 10 排気還流装置を備えた直接噴射式圧縮着火内燃機関において、排気中の有害物質を低減するため、燃焼室の吸気を成層化する技術が提案された。

燃焼室は、同一方向のスワール流を同心状に形成する2個の吸気ポートを設け、スワール流の上流側の吸気ポートでは、燃焼室の中心部に小径のスワール流を、下流側の吸気ポートでは、燃焼室の周辺部に大径のスワール流を形成する。

- 15 上流側の吸気ポートを通過する吸気には還流排気を混入し、下流側の吸気ポートを通過する吸気には還流排気を混入せず、燃焼室中心部の円柱状領域には、還流排気を混入した吸気を、燃焼室周辺部の円環状領域には、還流排気を混入しない吸気を配置する。

- 20 ところが、この技術においては、燃焼室に小径のスワール流と大径のスワール流を内外に形成するとしているが、スワール流は、径を拡大させる遠心力があるので、小径のスワール流は、遠心力によって外側に拡大し、燃焼室の周壁によって径が拡大しない大径のスワール流と衝突して混合することになる。従って、燃焼室の中心部の円柱状領域と周辺部の円環状領域に、還流排気を混入した吸気と混入しない吸気を配置することは困難である。

- 25 また、吸気行程において、燃焼室に小径と大径のスワール流が内外に形成されたとしても、次の圧縮行程には、ピストン頂面の周辺部上、スキッシュエリアの吸気がピストン頂面の中央部のキャビティに流入するスキッシュ流が発生するので、燃焼室周辺部の大径のスワール流は、スキッシュ流によって燃焼室中心側に運ばれ、燃焼室中心部の小径のスワール流と衝突して混合することになる。従っ

て、吸気行程において形成した吸気の円柱状と円環状の内外の成層状態を圧縮行程の終期近傍まで維持することは困難である。

結局、燃料が燃焼室に噴霧されて燃焼を開始する圧縮行程の終期近傍の時点では、還流排気を混入した吸気と混入しない吸気、又は、還流排気濃度の濃い吸気
5 と薄い吸気、即ち、組成の異なる吸気が燃焼室の中心部の円柱状領域と周辺部の円環状領域に配置されているものとは認められない。排気中の有害物質が低減するのか不明である。

燃焼室の吸気が燃料の燃焼開始時に所望の状態に成層化されていなければ、燃焼室における燃料の燃焼を所望の通りに制御することができない。

10 第2従来技術（図16）

予混合式の直接噴射式圧縮着火内燃機関において、燃焼室1に、天井面の中心部に通常の燃料噴射弁2を設ける一方、天井面の周辺部の複数箇所に、それぞれ、天井面に沿う方向からピストン頂面側に少し傾斜した方向に噴射する予混合用の燃料噴射弁31を設けている。複数の予混合用燃料噴射弁31から、所要量の燃料
15 の一部を吸気行程又は圧縮行程の30° B T D C以前の予混合用噴射時期に噴射し、通常の燃料噴射弁2から、所要量の燃料の残部を圧縮行程の終期近傍の通常噴射時期に噴射する。

この技術においては、予混合用燃料噴射弁31から予混合用時期に噴射される燃料が燃焼室1のキャビティ内壁面に付着する量が減少し、キャビティ内壁面近
20 傍での消炎によるHC（炭化水素）、S O F（可溶性有機物）や白煙などの生成が減少する。

ところが、予混合用燃料が燃焼室のキャビティ内壁面に付着することに起因するHCなどの生成が減少するが、燃料が燃焼室のスكىッシュエリアに分布することに起因するHCなどの生成は、減少しない。排気中のHCなどの低減効果が高
25 くない。

また、燃焼室の天井面中心部に設ける通常の燃料噴射弁とは別に、天井面の周辺部に設ける予混合用燃料噴射弁を複数必要とする。構造が複雑になる。

第3従来技術（日本特許第2906932号公報）

希薄燃焼式の火花点火内燃機関において、吸気行程に、複数の吸気ポートで燃

焼室に2本又は3本の同一方向の吸気タンブル流を左右又は左右中央に形成し、
燃焼室天井面の点火栓を通過する吸気タンブル流を形成する吸気ポートにのみ燃
料を噴射する。

この技術においては、燃料が混入した吸気タンブル流は、燃焼室のスキッシュ
5 エリアの全域を通過せず、一部分のみを通過し、燃焼室のスキッシュエリアに分
布する燃料が減少し、スキッシュエリアでの消炎によるHCなどの生成が減少す
る。

ところが、燃料が混入していない吸気タンブル流が通過する燃焼室のスキッシ
ュエリア部分には、燃料が分布しないが、燃料が混入した吸気タンブル流が通過
10 する燃焼室のスキッシュエリア部分には、燃料が分布し、燃焼室のスキッシュエ
リアに分布する燃料の減少が十分ではない。スキッシュエリアでの消炎によるH
Cなどの生成の低減効果が不十分である。

発明の開示

15 燃焼室の吸気の成層化に関する研究

1) 直接噴射式圧縮着火内燃機関において、燃焼室の吸気中に燃料噴射弁から
噴射された燃料流は、根元側部分では、その周囲の空気を燃料流内部に巻き込む
と共に、その周囲の空気を燃料流外周に連行し、燃料流に随伴する空気流を誘起
する。

20 また、燃焼室の吸気中に噴射された燃料流は、高速で飛翔しながら、分裂して
微粒化し、蒸気になり、蒸気になる先端側部分で燃焼して火炎を生ずる。なお、
燃料流は、先端側部分より根元側で燃焼して火炎を生ずる場合もあるが、高温の
火炎が大規模に発生する部分は、燃料流の先端側部分である。

燃焼室は、燃料を噴射して燃焼している間、燃料流の根元側に、燃料と空気を
25 混合して混合気を形成する混合気形成領域が形成されると共に、燃料流の先端側
に、混合気が激しく燃焼して高温の火炎が大規模に発生する火炎発生領域が形成
される。混合気形成領域と火炎発生領域に大別される。

燃焼室の混合気形成領域において形成される混合気の組成は、燃料噴射時ない
し燃焼開始時に、混合気形成領域に存在する吸気の組成に影響される。

また、燃焼室の混合気形成領域で形成された混合気は、燃料流ないし混合気流によって燃焼室の火炎発生領域に運ばれる。燃焼室の火炎発生領域は、混合気形成領域から火炎発生領域に運ばれた混合気と、燃焼開始前から火炎発生領域に存在した吸気、及び、火炎発生領域で燃料の燃焼により発生した気体が存在することになり、それらが混在した状態の中で燃料の燃焼が行われる。燃焼室の燃料の燃焼状態は、燃焼開始時に、火炎発生領域に存在する気体の組成に影響される。

換言すると、燃料噴射時ないし燃焼開始時に燃焼室の混合気形成領域に存在する気体に、所望の混合気を形成するのに適した組成の気体を選択すると共に、燃焼開始時に燃焼室の火炎発生領域に存在する気体に、所望の燃焼状態を発生させるのに適した組成の気体を選択すると、燃焼室の燃料の燃焼状態を所望の通りに制御することができる。

即ち、燃焼室の吸気を混合気形成領域と火炎発生領域に成層化することにより、燃焼室の燃料の燃焼状態を制御することができる。

2) 燃料流の先端側部分において大規模な高温火炎の発生が始まる火炎発生開始位置は、燃料噴射弁の噴口から燃料流の分裂開始位置までの距離を噴霧分裂距離とすると、燃料噴射弁噴口位置から噴霧分裂距離の1～1.5倍位離れた位置になる。なお、噴霧分裂距離＝1.5・8 (燃料密度/空気密度)^{1/2}・(燃料噴射弁噴口径)である。

また、燃料噴射弁は、ピストン頂面と対面する燃焼室天井面の中心部に多数の噴口を配置し、噴射方向は、多数であって放射方向であり、燃焼室の半径方向からピストン頂面側に傾斜し、圧縮行程の終期近傍においてピストン頂面中央部のキャビティの周辺部に向かう。

従って、燃焼室の火炎発生領域は、各燃料噴射方向には燃焼室の燃料噴射弁噴口位置から噴霧分裂距離の約1～1.5倍以上離れた領域になり、燃焼室の中心軸に対してほぼ対称になる。混合気形成領域は、各燃料噴射方向には燃焼室の燃料噴射弁噴口位置から噴霧分裂距離の約1～1.5倍以内の領域になり、燃焼室の中心軸に対してほぼ対称になる。

これらのことから、燃料が燃焼を開始する圧縮行程の終期近傍において、燃料が噴射される燃焼室の天井面中心部を中心とする概略半球面ないし概略扁平半球

面の内側の領域と外側の領域に燃焼室の吸気を成層化することができると、上記の内側の領域と外側の領域にそれぞれ所望の組成の吸気を配置することにより、燃料の燃焼状態を制御することができる。

- 3) 複数の吸気ポートで燃焼室に複数の同一方向の吸気スワール流を形成し、
- 5 燃料を燃焼室にその天井面の中心部からピストン頂面中央部のキャビティの周辺部に向けて噴射する直接噴射式圧縮着火内燃機関において、燃焼室や吸気ポートの形状、従って、吸気のスキッシュ流やスワール流の流動特性を選択して吸気成層化装置を構成すると、吸気を次のように成層化することができる。

- 吸気行程において、図2に例示するように、スワール流の下流側の吸気ポート
- 10 3では、燃焼室1の上部にその周壁に沿う第1吸気11のスワール流を、上流側の吸気ポート4では、燃焼室1の下部にその周壁に沿う第2吸気12のスワール流を形成する。図4と図5に例示するように、燃焼室1において組成の異なる第1吸気11のスワール流と第2吸気12のスワール流が上下に配置された状態は、圧縮行程の中程まで継続される。

- 15 スキッシュ流が発生する圧縮行程の後半において、ピストン頂面の周辺部上のスワール流は、スキッシュ流によってピストン頂面の中央部のキャビティ内に運ばれ、径の縮小に伴うスワール方向速度の増加による遠心力によって、キャビティの中心に向かわず、キャビティの周壁に沿って流れ、キャビティの底面に向かう。キャビティは、スキッシュ流の発生前には、全域に第2吸気が存在するが、
- 20 スキッシュ流が発生すると、図6(a)(b)(c)に時間経過順に例示するように、中央領域に第1吸気11が流入し、周辺領域と底部領域のみに第2吸気12が存在することになる。

- 燃料が燃焼を開始する圧縮行程の終期近傍においては、図1に例示するように、燃焼室1は、燃料が噴射される天井面中心位置を中心とする概略扁平半球面13
- 25 内の領域には、第1吸気11が主に存在し、その外側の領域には、第2吸気12が主に存在することになる。燃料の燃焼開始時に燃焼室の燃料噴射位置を中心とする概略半球面ないし概略扁平半球面の内側の領域と外側の領域に、組成の異なる吸気11、12が成層化されることになる。

3-1) 第1吸気11には還流排気を混入せず、第2吸気12に還流排気を混

入すると、燃料の燃焼開始時に燃焼室 1 は、燃料噴射位置を中心とする概略半球面ないし概略扁平半球面 1 3 の内側の領域と外側の領域に、還流排気が混入していない吸気又は還流排気濃度が薄い吸気と、還流排気が混入している吸気又は還流排気濃度が濃い吸気が成層化されることになる。

5 逆に、第 1 吸気 1 1 には燃料を混入し、第 2 吸気 1 2 には燃料を混入しないと、燃料の燃焼開始時に燃焼室 1 は、燃料噴射位置を中心とする概略半球面ないし概略扁平半球面 1 3 の内側の領域と外側の領域に、燃料が混入している吸気又は燃料濃度が濃い吸気と、燃料が混入していない吸気又は燃料濃度が薄い吸気が成層化されることになる。

10 3-2) 第 1 吸気 1 1 と第 2 吸気にそれぞれ還流排気や燃料のような特定成分を混入し、第 1 吸気 1 1 に混入する特定成分の量と、第 2 吸気に混入する特定成分の量をそれぞれ増減すると、燃焼室 1 の成層パターンは、変更される。燃焼室 1 の概略扁平半球面 1 3 内の領域でその外側の領域より特定成分の濃度が低くなる正成層パターンになる。また、燃焼室 1 の概略扁平半球面 1 3 内の領域でその
15 外側の領域より特定成分の濃度が高くなる逆成層パターンになる。更に、燃焼室 1 の概略扁平半球面 1 3 内の領域とその外側の領域で特定成分の濃度が等しくなる均質パターンになる。

また、第 1 吸気 1 1 に混入する特定成分の量と、第 2 吸気に混入する特定成分の量をそれぞれ増減すると、燃焼室 1 の成層度が変更される。概略扁平半球面 1
20 3 内の特定成分濃度に対する、概略扁平半球面 1 3 外の特定成分濃度の比、成層度が増減する。

還流排気が混入した吸気の成層化に関する研究

4) 本発明者の研究によると、直接噴射式圧縮着火内燃機関において、燃焼室は、図 1 1 (a) と図 1 2 (a) に例示するように、スキッシュエリアとキャビ
25 ティ周辺部に、燃料噴射弁から噴射された燃料流が燃焼する高温領域が生ずる。

その高温燃焼領域において、図 1 1 (b) (c) と図 1 2 (b) (c) に例示するように、理論空燃比近傍のリーン側領域で NO_x (窒素酸化物) が生成する。従って、燃焼室のスキッシュエリアとキャビティ周辺部に、燃焼期間中に、還流排気を分布させると、高温燃焼領域の酸素濃度、燃焼温度が低下して、 NO_x の生

成が減少する。

また、高温燃焼領域において、図 1 1 (b) (d) と図 1 2 (b) (d) に例示するように、理論空燃比よりリッチ側の酸素不足燃焼領域、即ち、燃料噴射弁から噴射された燃料流の先端部ないしキャビティの谷部でスート（すす）が生成する。スートの生成を抑制するには、酸素不足状態で燃焼する燃料流先端部に酸素を供給し、燃料流先端部の酸素不足を解消することが有効である。燃焼期間中に、燃料噴射弁から噴射される燃料流の根元側部分の周囲に、還流排気を分布させずに、新鮮空気を分布させると、燃料流ないし混合気流によってその先端部に新鮮空気が運ばれ、酸素不足状態で燃焼する燃料流先端部ないしキャビティ谷部に酸素が供給され、スートの生成が減少する。ただし、この時、酸素濃度が NO_x 生成値までには上昇しないように制御し、 NO_x の増加を防止する。

結局、燃焼室には、燃焼開始時に、燃料噴射弁から噴射される燃料流の根元側部分を含む混合気形成領域に、還流排気が混入していない吸気又は還流排気濃度が薄い吸気を、その外側の火炎発生領域に、還流排気が混入している吸気又は還流排気濃度が濃い吸気を配置すると、 NO_x とスートの両者を低減することができる。

5) 内燃機関の負荷が多くて燃料の噴射終了時期が遅いとき、又は、内燃機関の回転数が高くて逆スキッシュ流が強いときには、燃料は、燃焼室のキャビティ外に流出する割合が高くなり、キャビティ外で酸素不足状態で燃焼し、キャビティ内で酸素過剰状態で燃焼する。すると、キャビティ外で主にスートが生成し、キャビティ内で主に NO_x が生成する。

このようなときには、燃焼室の成層パターンを逆にし、逆成層パターンにする。燃焼室の燃料噴射位置を含む中央部に、還流排気が混入している吸気又は還流排気濃度が濃い吸気を、その外側の周辺部に、還流排気が混入していない吸気又は還流排気濃度が薄い吸気を配置する。すると、燃焼室のキャビティ外、スキッシュエリアでは、酸素濃度が増加し、スートの生成が抑制されると同時にスートの酸化が促進されて、スートが減少する。ただし、この時、酸素濃度が NO_x 生成値までには上昇しないように制御し、 NO_x の増加を防ぐ。

内燃機関の運転条件に応じて、燃焼室 1 の成層パターンを変更すると、 NO_x

とスートの低減効果を高くすることができる。

6) 燃焼室の燃料噴射位置を中心とする概略半球面ないし概略扁平半球面の外側の領域に、還流排気が混入している吸気又は還流排気濃度が濃い吸気を配置する場合、還流排気の量を一定とすると、概略半球面ないし概略扁平半球面外
5 還流排気濃度が増加するに従って、概略半球面ないし概略扁平半球面の半径が増加する。

NO_x の生成領域が広くて概略半球面ないし概略扁平半球面の内側に及ぶときには、概略半球面ないし概略扁平半球面外
10 還流排気濃度を低下させて概略半球面ないし概略扁平半球面の半径を縮小し、広い領域でNO_x を低減させる。逆に、NO_x の生成領域が狭いときには、概略半球面ないし概略扁平半球面外
15 還流排気濃度を増加させて概略半球面ないし概略扁平半球面の半径を拡大し、濃度が濃い還流排気でNO_x を低減させる。

このように、NO_x 生成領域の広さに応じて、即ち、内燃機関の運転条件に応じて、概略半球面ないし概略扁平半球面の内側又は外側の領域における還流排気
15 濃度を変化させると、NO_x とスートを一層低減することができる。

燃料が混入した吸気の成層化に関する研究

7) 第2、第3従来技術の内燃機関において、排気中のHC、SO₂や白煙などの有害物質を低減する効果が不十分である原因は、冷却され易くて消炎が生じ
20 易い燃焼室のスキッシュエリアとキャビティ内壁面近傍に燃料が分布することに起因している。そこで、燃料の燃焼開始時に、燃焼室の周辺部のスキッシュエリアとキャビティ内壁面近傍に、燃料が混入していない吸気又は燃料濃度が薄い吸
25 気を配置し、燃焼室の中央部に、燃料が混入している吸気又は燃料濃度が濃い吸気を配置することが有効であることに気付いた。

このように吸気を成層化すると、燃料の燃焼開始時に、燃焼室のスキッシュ
25 エリアとキャビティ内壁面近傍に、燃料が分布しない、又は、燃料分布量が減少する。消炎が生じ易い領域に存在する燃料が減少する。更に、燃料が燃焼室の中央部に集中して燃焼することになり、燃焼温度が高くなって燃料の未燃率が低下する。これらの結果、排気中のHC、SO₂や白煙などの有害物質を低減する効果が
30 高くなる。

8) 内燃機関の負荷が多いときには、少ないときに比較して、燃焼室は、中央部の温度と周辺部の温度が共に高くなる特徴がある。高負荷時には、低負荷時に比較して、燃焼開始時に燃焼室の天井面中心部を含む中央部に配置される吸気の燃料混入率に対する、燃焼室の周辺部に配置される吸気の燃料混入率の比を高くする。すると、燃焼室の中央部は、燃料濃度が低くなり、燃焼温度が過度に高くなるのが防止されてNO_xの増加が抑制される。また、燃焼室の周辺部は、燃料濃度が高くなるが、温度が高いので、HCが増加せず、むしろ酸素に対する燃料の割合が増加して酸素を有効に利用する効果がある。

10 内燃機関の運転条件に応じて、燃焼開始時に燃焼室の天井面中心部を含む中央部に配置される吸気の燃料濃度に対する、燃焼室の周辺部に配置される吸気の燃料濃度の比を変化させると、排気中の有害物質を一層低減することができる。

発明の要旨

燃焼室の吸気の成層化

15 1) 燃料を燃焼室に噴射する直接噴射式内燃機関において、

圧縮行程終期近傍の燃料の燃焼開始時に、燃焼室の燃料噴射位置を含む中心部と周辺部に、組成の異なる吸気を配置する吸気成層化方法。

「組成の異なる吸気」は、「還流排気や燃料のような特定成分の濃度が異なる吸気」が例示される。

20 2) 上記の吸気成層化方法において、

上記の内燃機関の運転条件に応じて、燃焼室の成層パターンを、上記の中心部で上記の周辺部より吸気の特定成分濃度が低くなる正成層パターン、上記の中心部で上記の周辺部より吸気の特定成分濃度が高くなる逆成層パターン、又は、上記の中心部と上記の周辺部で吸気の特定成分濃度が等しくなる均質パターンに変更する。

3) 上記の吸気成層化方法において、

上記の内燃機関の運転条件に応じて、燃焼室の成層度、上記の中心部における吸気の特定成分濃度に対する、上記の周辺部における吸気の特定成分濃度の比を変更する。

4) 複数の吸気ポートで燃焼室に複数の同一方向の吸気スワール流を形成し、燃料を燃焼室にそのピストン頂面と対面する天井面の中心部からピストン頂面中央部のキャビティの周辺部に向けて噴射する直接噴射式内燃機関において、

5 吸気行程において、燃焼室の上部にその周壁に沿う第1吸気のスワール流を形成し、燃焼室の下部にその周壁に沿う第2吸気のスワール流を形成し、圧縮行程の中程まで、燃焼室において第1吸気のスワール流と第2吸気のスワール流が上下に配置された状態を継続し、

スキッシュ流が発生する圧縮行程の後半に、ピストン頂面中央部のキャビティにおいて、中央領域に第1吸気を流入させ、周辺領域と底部領域に第2吸気を残
10 存させ、

燃料が燃焼を開始する圧縮行程の終期近傍において、燃焼室の燃料噴射位置を中心とする概略半球面ないし概略扁平半球面の内側の領域に第1吸気を、外側の領域に第2吸気を主に配置する構成にした吸気成層化装置。

5) 上記の吸気成層化装置において、

15 上記の概略半球面ないし概略扁平半球面は、燃料の噴射方向には燃焼室の燃料噴射位置から噴霧分裂距離の1～1.5倍位離れている。

還流排気が混入した吸気の成層化

6) 燃料を燃焼室に噴射する直接噴射式内燃機関において、

20 燃焼室は、圧縮行程終期近傍の燃料燃焼開始時に、燃料噴射位置を含む中心部と周辺部に、還流排気が混入していない吸気又は還流排気濃度の薄い吸気と、還流排気が混入している吸気又は還流排気濃度の濃い吸気を配置する構成にした。

7) 上記の直接噴射式内燃機関において、

25 高負荷時又は高回転時には、燃焼室は、圧縮行程終期近傍の燃料燃焼開始時に、上記の中心部に、還流排気が混入している吸気又は還流排気濃度の濃い吸気を配置し、上記の周辺部に、還流排気が混入していない吸気又は還流排気濃度の薄い吸気を配置する構成にしたことを特徴とする。

8) 上記の直接噴射式内燃機関において、

運転条件に応じて、上記の中心部における還流排気の濃度に対する、上記の周辺部における還流排気の濃度の比を変更する構成にした。

燃料が混入した吸気の成層化

9) 燃焼室の吸気又は燃焼室の吸気と吸気通路の吸気に燃料を噴射し、燃料を圧縮行程の終期近傍で燃焼開始させる圧縮着火式又は火花点火式の直接噴射式内燃機関において、

- 5 燃焼開始時に、燃焼室は、天井面中心部を含む中央部と、周辺部のスキッシュエリア、キャビティ内壁面近傍に、燃料が混入している吸気又は燃料濃度が濃い吸気と、燃料が混入していない吸気又は燃料の濃度が薄い吸気を配置する構成にした。

10) 上記の直接噴射式内燃機関において、

- 10 運転条件に応じて、燃焼開始時に燃焼室の天井面中心部を含む中央部に配置される吸気の燃料濃度に対する、燃焼室の周辺部に配置される吸気の燃料濃度の比を変更する構成にした。

図面の簡単な説明

- 15 図1は、本発明の実施形態の第1例における吸気成層化装置を備えた直接噴射式内燃機関の概略縦断面図。

図2は、同内燃機関における吸気行程中程の燃焼室の概略斜視図。

図3は、同内燃機関における燃焼室の概略平面図。

図4は、同内燃機関における吸気行程終期の燃焼室の概略斜視図。

- 20 図5は、同内燃機関における圧縮行程中程の燃焼室の概略斜視図。

図6(a)(b)(c)は、同内燃機関における圧縮行程終期近傍の燃焼室の概略縦断面図で、吸気の流動状態を示す図。

図7(a)(b)は、内燃機関における圧縮行程終期の燃焼室の概略縦断面図で、吸気の流動状態を示す図。

- 25 図8(a)(b)は、実施形態の第1例における模擬実験例の圧縮行程終期の吸気成層化状態を示す図。

図9は、第2例における吸気成層化装置を備えた直接噴射式内燃機関の吸気弁揚程図。

図10は、第3例における吸気成層化装置を備えた直接噴射式内燃機関の燃焼

室の概略平面図。

図 1 1 (a) (b) (c) (d) は、第 5 例における模擬実験例の 10° A T D C 時の温度、燃料蒸気、NO とスートの分布状態を示す図。

図 1 2 (a) (b) (c) (d) は、図 1 1 (a) (b) (c) (d) と同様な図で、
5 20° A T D C 時の状態を示す図。

図 1 3 は、第 8 例における直接噴射式内燃機関の吸気通路部分の概略図。

図 1 4 は、同内燃機関における作動マップの図。

図 1 5 は、第 1 0 例における内燃機関の圧縮行程中程の概略斜視図。

図 1 6 は、第 2 従来技術の予混合式内燃機関の概略縦断面図。

10

発明を実施するための最良の形態

[第 1 例 (図 1 ~ 図 8 参照)]

本例の吸気成層化装置を備えた直接噴射式圧縮着火内燃機関は、図 1 に示すように、燃焼室 1 の天井面の中心部に燃料噴射弁 2 の多数の噴口を配置し、燃焼室
15 1 の天井面の一側側に 2 個の吸気ポート 3、4 と吸気弁 5、6 を、他側側に 2 個の排気ポート 7 と排気弁 8 を設けている。ピストン頂面の中央部には、中心軸対称形状のキャビティ 9 を同心状に形成している。キャビティ 9 は、底面中央部に山部 1 0 を設け、山部 1 0 の周囲を谷部にしている。燃料噴射弁 2 は、圧縮行程の終期近傍において、燃料を多数の噴口から放射方向にキャビティ 9 の周辺部に向
20 けて噴射する。

2 個の吸気ポート 3、4 は、吸気行程において、図 2 に示すように、燃焼室 1 に吸気のスワール流 1 1、1 2 を同一方向に形成する。スワール流の下流側の吸気ポート 3 は、図 2 と図 3 に示すように、ヘリカルポート形状であり、吸気がほぼ燃焼室 1 天井面に沿う向きに流出し、燃焼室 1 の天井面側の上部にその周壁に沿う強い第 1 吸気のスワール流 1 1 を形成する。上流側の吸気ポート 4 は、タン
25 ジェンシャルポート形状であり、第 1 吸気のスワール流 1 1 との衝突を避けるため、吸気が斜め下向きに流出し、燃焼室 1 のピストン頂面側の下部にその周壁に沿う第 2 吸気のスワール流 1 2 を形成する。

本例の吸気成層化装置においては、吸気行程に、図 2 に示すように、燃焼室 1

の上部と下部に、それぞれ、その周壁に沿う第1吸気のスワール流11、第2吸気のスワール流12を形成すると、吸気行程の終期に、図4に示すように、燃焼室1に第1吸気のスワール流11と第2吸気のスワール流12が上下に成層化される。吸気行程の終期には、上流側の吸気ポート4から最後に流入した第2吸気12の最後尾部分が燃焼室1の上部に存在するため、第1吸気11と第2吸気12の境界面13は、ピストン頂面に平行する平面にならず、傾斜した凹凸曲面になる。

燃焼室1の組成の異なる第1吸気11と第2吸気12は、時間の経過に従って混ざり合い、一方の吸気にのみ含まれていた成分が他方の吸気にも含まれるようになり、その成分の濃度が連続して変化する状態になるので、その成分の濃度がほぼ中間値になる面を第1吸気11と第2吸気12の境界面13とする。

圧縮行程になると、第2吸気12の最後尾部分が燃焼室1の下部に移動し、第1吸気11と第2吸気12の混合が進行し、圧縮行程の中程には、図5に示すように、第1吸気11と第2吸気12の境界面13は、ピストン頂面に平行する平面に近づく。燃焼室1に第1吸気スワール流11と第2吸気スワール流12が上下に成層化された状態は、圧縮行程の中程まで継続する。

スキッシュ流が発生する圧縮行程の後半には、ピストン頂面の周辺部上のスワール流は、スキッシュ流によってピストン頂面の中央部のキャビティ9内に運ばれ、径の縮小に伴うスワール方向速度の増加による遠心力によって、キャビティ9の中心に向かわず、キャビティ9の周壁に沿って流れ、キャビティ9の底面に向かう。キャビティ9内は、図6(a)(b)(c)に時間経過順に示すように、燃焼室1下部の第2吸気12が充満した状態から、中央領域に燃焼室1上部の第1吸気11が流入し、周辺領域と底部領域のみに第2吸気12が残る。

燃料が燃料噴射弁2から噴射されて燃焼を開始する圧縮行程の終期近傍には、図1に示すように、燃焼室1の燃料が噴射される天井面中心部を中心とする概略扁平半球面13の内側の領域には第1吸気11が主に存在し、その外側の領域には第2吸気12が主に存在する。燃料の燃焼開始時には、燃焼室1は、概略扁平半球面13の内側の領域と外側の領域に吸気11、12が成層化される。

上記の概略扁平半球面13は、燃料噴射方向の半径を噴霧分裂距離の1～1.

5 倍位にすると、燃焼室 1 の混合気形成領域と火炎発生領域に吸気 1 1、1 2 が成層化される。

圧縮行程の終期近傍において、第 1 吸気 1 1 のスワール流が強過ぎると、図 7 (a) に示すように、第 1 吸気 1 1 は、スキッシュ流によってキャビティ 9 の底面に運ばれる際、キャビティ 9 の周壁を下る逆トロイダル流になり、キャビティ 9 の底面に流入し、キャビティ 9 の周壁と底面に存在した第 2 吸気 1 2 をキャビティ 9 の中央部に押し退ける。

本例においては、吸気 1 1、1 2 のスワール流とスキッシュ流が適度であるので、図 7 (b) に示すように、第 1 吸気 1 1 は、キャビティ 9 の山部 1 0 と周壁の中間部を下るトロイダル流になり、その中間部に存在した第 2 吸気 1 2 をキャビティ 9 の周辺領域と底部領域に押し退け、燃焼室 1 の燃料噴射位置を中心とする概略扁平半球面 1 3 の内外に吸気 1 1、1 2 が成層化される。

本例の吸気成層化装置は、吸気 1 1、1 2 がこのように成層化されるように、吸気 1 1、1 2 のスキッシュ流やスワール流の流動特性を決定する燃焼室 1 や吸気ポート 3、4 の形状を選択している。これらの形状によって吸気 1 1、1 2 の成層の度合いや境界面 1 3 の形状寸法を制御することができる。

上記の形状には、燃焼室 1 のキャビティ 9 形状、ピストン頂面周辺部と天井面周辺部との間の間隔や、天井面からの吸気弁 5、6 下面の凹み量が例示される。

模擬実験例

20 本例の吸気成層化装置において、燃焼室 1 に下流側の吸気ポート 3 から流入する第 1 吸気 1 1 を新鮮空気 1 0 0 % にし、上流側の吸気ポート 4 から流入する第 2 吸気 1 2 を新鮮空気 5 0 % と還流排気 5 0 % にした場合について、圧縮行程の終期における燃焼室 1 の還流排気濃度の分布を数値計算により求めた。

25 図 8 (b) は下流側と上流側の吸気ポート 3、4 の間を通る燃焼室 1 の中央縦断面、同図 (a) はその中央縦断面に直交する中央縦断面における還流排気濃度 (EGR 率) の分布を明度で示す。

これらの図から明らかなように、圧縮行程の終期に、燃焼室 1 の還流排気濃度分布の等高面が燃料噴射位置を中心とする概略扁平半球面状に現れ、燃料噴射位置に近付くに従って還流排気濃度が薄くなり、還流排気濃度の分布がほぼ軸対称

になる。燃焼室 1 の吸気は、燃料噴射位置を中心とする概略扁平半球面の内外に吸気 1 1、1 2 が成層化されることを示している。

[第 2 例 (図 9 参照)]

本例の吸気成層化装置は、第 1 例のそれにおいて、吸気の成層度を高めるため、
5 下流側と上流側の吸気ポート 3、4 で吸気弁 5、6 の開放期間をずらす。

燃焼室 1 の上部に第 1 吸気 1 1 を流入させる下流側の吸気ポート 3 では、図 9 に示すように、吸気弁 5 を遅い時期に開いて遅い時期に閉じる。燃焼室 1 の下部に第 2 吸気 1 2 を流入させる上流側の吸気ポート 4 では、吸気弁 6 を早い時期に開いて早い時期に閉じる。

10 吸気行程の前期には、上流側の吸気ポート 4 の吸気弁 6 のみが開放し、燃焼室 1 の下部に配置する第 2 吸気 1 2 のみが燃焼室 1 に流入する。吸気行程の中期には、両者の吸気ポート 3、4 の吸気弁 5、6 が開放して第 1 吸気 1 1 と第 2 吸気 1 2 が燃焼室 1 に流入する。吸気行程の後期には、下流側の吸気ポート 3 の吸気弁 5 のみが開放し、燃焼室 1 の上部に配置する第 1 吸気 1 1 のみが燃焼室 1 に流入する。
15

下流側と上流側の吸気ポート 3、4 で吸気弁 5、6 の開放期間が一致する第 1 例の場合に比較して、吸気行程の終期に第 1 吸気 1 1 と第 2 吸気 1 2 が上下に成層化される度合いが高くなり、圧縮行程の終期に吸気 1 1、1 2 が燃料噴射位置を中心とする概略扁平半球面 1 3 の内外に成層化される度合いが高くなる。

20 その他の点は、第 1 例におけるのと同様である。

[第 3 例 (図 10 参照)]

本例の吸気成層化装置は、第 1 例のそれにおいて、吸気の成層度を高めるため、上流側の吸気ポート 4 の片側のみから第 2 吸気 1 2 を燃焼室 1 に流入させる。

上流側の吸気ポート 4 においては、吸気が斜め下向きに流出して燃焼室 1 の周壁に斜めに衝突し、燃焼室 1 下部の周壁に沿うスワール流になる。タンジェンシャルポート形状の吸気ポート 4 の燃焼室 1 周壁側部分を流出する吸気の方が、燃焼室 1 中心側部分を流出する吸気より、燃焼室 1 の周壁に衝突するまでの距離が短く、燃焼室 1 の下部に流入し易い。
25

そこで、上流側の吸気ポート 4 は、図 10 に示すように、燃焼室 1 の周壁側部

分と中心側部分に2分割する仕切り壁21を設け、吸気ポート4の燃焼室1周壁側部分に、還流排気のような特定成分の濃度を高くした第2吸気12を流し、吸気ポート4の燃焼室1周壁側部分から第2吸気12を燃焼室1の下部に流入させる。吸気ポート4の燃焼室1中心側部分には、上流側の吸気ポート3と同様に第1吸気11を流し、吸気ポート4の燃焼室1中心側部分から第1吸気11を燃焼室1に流入させる。

吸気ポート4の燃焼室1周壁側部分から燃焼室1に流入する第2吸気12は、気流が細くなって、第1吸気11と混合し難くなる。

上流側の吸気ポート4の全体から第2吸気12を燃焼室1に流入させる第1例の場合に比較して、吸気行程の終期に第1吸気11と第2吸気12が上下に成層化される度合いが高くなり、圧縮行程の終期に吸気11、12が燃料噴射位置を中心とする概略扁平半球面13の内外に成層化される度合いが高くなる。

その他の点は、第1例におけるのと同様である。

[第4例]

本例の吸気成層化装置は、第1例のそれにおいて、吸気の成層度を高めるため、燃焼室1の下部又は上部に吸気が流入し易いサブポートを設ける。

第3例における、燃焼室1の下部に吸気が流入し易い吸気ポート4の燃焼室1周壁側部分と同様な補助吸気ポートを設け、補助吸気ポートから燃焼室1の下部に、特定成分の濃度を高くした第2吸気12を流入させる。

[第5例（図11と図12参照）]

本例の直接噴射式圧縮着火内燃機関は、第1例のそれにおいて、排気還流装置を備えている。排気ポート7を通過する排気の一部は、上流側の吸気ポート4を通過する第2吸気12に混入する。下流側の吸気ポート3を通過する第1吸気11には、還流排気を混入しない。

燃料が燃料噴射弁2から噴射されて燃焼を開始する圧縮行程の終期近傍には、図1に示すように、燃焼室1は、燃料が噴射される天井面中心部を中心とする概略扁平半球面13の内側の領域には第1吸気11が主に存在し、その外側の領域には第2吸気12が主に存在する。燃料の燃焼開始時には、燃焼室1は、概略扁平半球面13の内側の領域に還流排気濃度の薄い吸気11が、外側の領域に還流

排気濃度の濃い吸気 1 2 が配置される。

上記の概略扁平半球面 1 3 は、燃料噴射方向の半径を噴霧分裂距離の 1 ~ 1.5 倍位にすると、燃焼室 1 の混合気形成領域と火炎発生領域に吸気 1 1、1 2 が成層化される。燃料の燃焼開始時に、燃焼室 1 のスキッシュエリアとキャビティ周辺部を含む火炎発生領域は、還流排気濃度の濃い吸気 1 2 が配置されるので、燃焼温度が低下して、NO_x の発生が減少する。また、同時に、燃焼室 1 の混合気形成領域は、還流排気濃度の薄い吸気 1 1 が配置されるので、その酸素濃度の濃い吸気 1 1 が燃料流によって燃料流先端部に供給され、燃焼する燃料流先端部ないしキャビティ 9 の酸素不足が低減されて、スートの発生が減少する。

その他の点は、第 1 例におけるのと同様である。

模擬実験例

排気を還流しない内燃機関において、機関回転数は 1800 rpm、燃料噴射弁の噴口数は 5 個、噴口径は 0.18 mm、噴射量は 35 mm³、噴射圧力は 5 MPa、噴射期間は 0° ~ 12.5° ATDC にした場合について、燃焼室の温度、燃料蒸気、NO（一酸化窒素）とスートの分布を数値計算により求めた。

図 1 1 は 10° ATDC 時、図 1 2 は 20° ATDC 時の分布を示し、それらの図の (a) は温度分布、(b) は燃料蒸気分布、(c) は NO 分布、(d) はスート分布を示す。

燃焼室は、図 1 1 (a) と図 1 2 (a) に示すように、スキッシュエリアとキャビティ周辺部に、燃料噴射弁から噴射された燃料流が燃焼する高温領域が生ずる。

その高温燃焼領域において、図 1 1 (b) (c) と図 1 2 (b) (c) に示すように、理論空燃比近傍のリーン側領域で NO が発生する。燃焼室のスキッシュエリアとキャビティ周辺部を含む火炎発生領域は、燃焼期間中に、還流排気濃度の濃い吸気を分布させると、燃焼温度が低下して、NO の発生が減少することが分かる。

また、高温燃焼領域において、図 1 1 (b) (d) と図 1 2 (b) (d) に示すように、理論空燃比よりリッチ側の酸素不足燃焼領域、即ち、燃料噴射弁から噴射された燃料流の先端部ないしキャビティの谷部でスートが発生する。燃焼開始

- 時に、燃料流の根元側部分を含む混合気形成領域に還流排気濃度の薄い吸気を分布させると、その吸気が燃料流ないし混合気流によって燃料流先端部に運ばれ、燃料流先端部ないしキャビティ谷部の酸素不足が低減されて、スートの発生が減少することが分かる。ただし、この時、酸素濃度が NO_x 生成値までには上昇しないように制御し、 NO_x の増加を防止する。

[第6例]

本例の内燃機関は、第5例のそれにおいて、還流排気が混入した吸気の成層度を高めるため、第2例におけるのと同様に、下流側と上流側の吸気ポート3、4で吸気弁5、6の開放期間をずらす。

- 10 吸気弁5、6の開放期間が一致する第5例の場合に比較して、圧縮行程の終期に燃料噴射位置を中心とする概略扁平半球面13の内側に配置される吸気と、外側に配置される吸気との還流排気濃度差が大きくなる。 NO_x とスートの両者を低減する効果が高くなる。

その他の点は、第5例におけるのと同様である。

- 15 [第7例]

本例の内燃機関は、第5例のそれにおいて、還流排気が混入した吸気の成層度を高めるため、第3例におけるのと同様に、上流側の吸気ポート4の片側のみから第2吸気12を燃焼室1に流入させる。

- 20 上流側の吸気ポート4の全体から第2吸気12を燃焼室1に流入させる第5例の場合に比較して、圧縮行程の終期に燃料噴射位置を中心とする概略扁平半球面13の内側に配置される吸気と、外側に配置される吸気との還流排気濃度差が大きくなる。 NO_x とスートの両者を低減する効果が高くなる。

その他の点は、第5例におけるのと同様である。

[第8例（図13と図14参照）]

- 25 本例の内燃機関は、第1例のそれにおいて、排気還流装置を備え、内燃機関の運転条件に応じて、燃焼室1の吸気の成層パターンと成層度を変更する。

第1例の内燃機関において、スワール流の下流側の吸気ポート3に接続した第1吸気通路23に、図13に示すように、第1流量制御弁24を介して第1排気還流通路25を接続し、また、上流側の吸気ポート4に接続した第2吸気通路2

6 に、第 2 流量制御弁 2 7 を介して第 2 排気還流通路 2 8 を接続する。第 1 流量制御弁 2 4 の開度と第 2 流量制御弁 2 7 の開度をそれぞれ運転条件によって制御する装置 2 9 を設ける。

5 内燃機関の運転条件に応じて、第 1 流量制御弁 2 4 の開度と第 2 流量制御弁 2 7 の開度をそれぞれ制御すると、下流側の吸気ポート 3 を通過する第 1 吸気に混入される還流排気の量と、上流側の吸気ポート 4 を通過する第 2 吸気に混入される還流排気の量がそれぞれ増減し、燃烧室 1 の成層パターンは、変更される。燃烧室 1 の概略扁平半球面 1 3 内の領域でその外側の領域より還流排気濃度が低くなる正成層パターンになる。また、燃烧室 1 の概略扁平半球面 1 3 内の領域でその外側の領域より還流排気濃度が高くなる逆成層パターンになる。更に、燃烧室 10 1 の概略扁平半球面 1 3 内の領域とその外側の領域で還流排気濃度が等しくなる均質パターンになる。

正成層パターン、逆成層パターンと均質パターンは、図 1 4 の作動マップ上に示すように、切り替えられる。

15 内燃機関の負荷が少なくて内燃機関の回転数が低いときには、燃烧室 1 の成層パターンは、正成層パターンにする。負荷又は回転数が多くなると、均質パターンにする。更に負荷又は回転数が多くなると、逆成層パターンにする。

また、内燃機関の運転条件に応じて、第 1 流量制御弁 2 4 の開度と第 2 流量制御弁 2 7 の開度をそれぞれ制御すると、燃烧室 1 の成層度が変更される。概略扁平半球面 1 3 内の還流排気濃度に対する、概略扁平半球面 1 3 外の還流排気濃度の比、具体的には、概略扁平半球面 1 3 内における燃料噴射位置の還流排気濃度 20 に対する、概略扁平半球面 1 3 外におけるキャビティ底部周辺領域の還流排気濃度の比、成層度が増減する。

[第 9 例]

25 本例の内燃機関は、予混合式である。第 1 例の内燃機関において、吸気行程の予混合用噴射時期に燃料を噴射する。

第 1 例の内燃機関において、吸気行程に、燃烧室 1 の上部と下部に、それぞれ、その周壁に沿う第 1 吸気のスワール流 1 1、第 2 吸気のスワール流 1 2 を形成すると、吸気行程の予混合用噴射時期に、燃料噴射弁 2 は、その時の負荷に必要な

量の燃料の一部又は全部、即ち、予混合用燃料を多数の噴口から放射方向に第 1 吸気のスワール流 1 1 に向けて噴射する。第 1 吸気のスワール流 1 1 には、燃料噴霧が混入する。第 2 吸気のスワール流 1 2 には、燃料噴霧がほとんど混入しない。

- 5 圧縮行程の終期近傍には、燃焼室 1 は、天井面の燃料噴射位置、中心部を含む中央部 1 3 の内側の領域には第 1 吸気 1 1 が主に存在し、その外側の領域には第 2 吸気 1 2 が主に存在する。燃料の燃焼開始時には、燃焼室 1 は、中心軸対称形状の中央部 1 3 に燃料混入率の高い吸気 1 1 が、周辺部のスキッシュエリアと、キャビティ 9 の周面と底面即ち内壁面の近傍に燃料混入率の低い吸気 1 2 が配置
10 される。

燃料の燃焼開始時に、燃焼室 1 の周辺部のスキッシュエリアとキャビティ 9 内壁面近傍は、燃料濃度が薄い。スキッシュエリアとキャビティ 9 内壁面近傍で消炎が生じ難くなる。更に、燃料が燃料濃度の濃い燃焼室 1 中央部 1 3 に集中して燃焼することになり、燃焼室 1 の中央部 1 3 で、燃焼温度が高くなり、燃焼率が
15 高くなる。それらの結果、排気中の HC、SO_F や白煙を低減する効果が高くなる。

また、同時に、その時の負荷に必要な量の燃料の一部又は全部を予混合燃焼させるので、全負荷時の出力トルクが増加する一方、排気中の NO_x や煙が低減する。

20 [第 10 例 (図 15 参照)]

本例の内燃機関は、第 9 例のそれにおいて、図 15 に示すように、燃焼室 1 の天井面中心部に通常の燃料噴射弁 2 を設ける一方、スワール下流側の吸気ポート 3 に予混合用の燃料噴射弁 2 0 を設ける。

吸気行程には、第 9 例におけるのと同様に、燃焼室 1 の上部と下部に、それぞれ、その周壁に沿う第 1 吸気のスワール流 1 1、第 2 吸気のスワール流 1 2 が形成される。吸気行程の予混合用噴射時期に、予混合用燃料噴射弁 2 0 は、下流側の吸気ポート 3 を通過する第 1 吸気に、その時の負荷に必要な量の燃料の一部、
25 予混合用燃料を噴射する。下流側の吸気ポート 3 を通過した燃焼室 1 内の第 1 吸気のスワール流 1 1 には、燃料が混入する。上流側の吸気ポート 4 を通過した燃

焼室 1 内の第 2 吸気のスワール流 1 2 には、燃料がほとんど混入しない。

5 圧縮行程の終期近傍には、第 9 例におけるのと同様に、燃焼室 1 の中心軸対称形状の中央部 1 3 に燃料混入率の高い吸気 1 1 が、周辺部のスキッシュエリア、キャビティ 9 内壁面近傍に燃料混入率の低い吸気 1 2 が配置される。更に、圧縮行程の終期近傍の通常噴射時期に、通常の噴射燃料噴射弁 2 は、燃焼室 1 の中央部 1 3 に位置する燃料混入率の高い吸気 1 1 に、所要量の燃料の残部を噴射する。

10 燃焼開始時に、燃焼室 1 の中央部 1 3 と、周辺部のスキッシュエリア、キャビティ 9 内壁面近傍に、燃料濃度が濃い吸気と、燃料濃度が薄い吸気が成層化される度合いが高くなる。その結果、燃焼室 1 のスキッシュエリアとキャビティ 9 内壁面近傍で生ずる消炎を防止する効果が高くなる。排気中の HC、SO_F や冷間時の白煙などを低減する効果が高くなる。

予混合用燃料噴射弁 2 0 は、燃焼室 1 の一室当り 1 本である。複数本を必要としない。燃焼室 1 が複数ある多気筒機関では、各燃焼室 1 の吸気ポート 3 に連通した共通の吸気通路に 1 本の予混合用燃料噴射弁 2 0 を設けてもよい。

15 その他の点は、第 9 例におけるのと同様である。

[第 1 1 例]

本例の内燃機関は、第 9 例のそれにおいて、燃焼室 1 の天井面中心部に設けた燃料噴射弁 2 は、噴射方向、噴霧角や貫徹力などの噴霧特性を変化可能な可変式にする。

20 可変式の燃料噴射弁 2 は、その時の負荷に必要な量の燃料の一部、予混合用燃料を、吸気行程又は圧縮行程の 30° B T D C 以前の予混合用噴射時期に、燃焼開始時に燃焼室 1 の中央部 1 3 に主に配置されることになる第 1 吸気スワール流 1 1 に、そのスワール流 1 1 のみに燃料噴霧の大部分が混入するのに適した噴霧特性で噴霧する。所要量の燃料の残部は、圧縮行程の終期近傍の通常噴射時期に、
25 通常噴射に適した噴霧特性で噴霧する。

燃焼開始時に、燃焼室 1 の中心軸対称形状の中央部 1 3 と、周辺部のスキッシュエリア、キャビティ 9 内壁面近傍に、燃料濃度が高い吸気と、燃料濃度が低い吸気が成層化される度合いが高くなる。その結果、燃焼室 1 のスキッシュエリアとキャビティ 9 内壁面近傍で生ずる消炎を防止する効果が高くなる。

その他の点は、第9例におけるのと同様である。

5 なお、可変式又は非可変式の燃料噴射弁を用い、予混合用噴射を複数回に分けて行い、一回当りの噴射量や貫徹力を減らしたり、各回の噴射方向や噴霧角などを調整したりして、予混合用燃料が特定の吸気スワール流のみに混入する効果を高める構成にしてもよい。

〔第12例〕

本例の内燃機関は、第9例のそれにおいて、燃料が混入した吸気の成層度を制御するため、第2例におけるのと同様に、下流側と上流側の吸気ポート3、4で吸気弁5、6の開放期間をずらす。

10 下流側と上流側の吸気ポート3、4で吸気弁5、6の開放期間が一致する第9例の場合に比較して、吸気行程の終期に第1吸気11と第2吸気12が上下に成層化される度合いが高くなり、圧縮行程終期の燃焼開始時に燃焼室1の中央部13の内側に配置される吸気と、外側に配置される吸気との燃料濃度差が大きくなる。

15 また、バルブタイミングの可変装置を設ける。下流側の吸気ポート3における吸気弁5の開放時期と閉鎖時期、及び、上流側の吸気ポート4における吸気弁6の開放時期と閉鎖時期を、内燃機関の運転条件によって変更する。燃焼開始時に燃焼室1の中央部13の内側に配置される吸気の燃料濃度に対する、外側に配置される吸気の燃料濃度の比が運転条件によって変更される。

20 また、スワール強度の可変装置を設ける。第1吸気スワール流11の強さと第2吸気スワール流12の強さを、内燃機関の運転条件によって変更する。燃焼開始時に燃焼室1の中央部13の内側に配置される吸気の燃料濃度に対する、外側に配置される吸気の燃料濃度の比が運転条件によって変更される。

その他の点は、第9例におけるのと同様である。

25

産業上の利用可能性

本発明の直接噴射式内燃機関は、自動車、航空機や船舶などの動力源に利用される。

請 求 の 範 囲

1 燃料を燃焼室に噴射する直接噴射式内燃機関において、

圧縮行程終期近傍の燃料の燃焼開始時に、燃焼室の燃料噴射位置を含む中心部と周辺部に、組成の異なる吸気を配置することを特徴とする吸気成層化方法。

5

2 組成の異なる吸気は、特定成分の濃度が異なる吸気であることを特徴とする請求の範囲 1 に記載の吸気成層化方法。

3 上記の内燃機関の運転条件に応じて、燃焼室の成層パターンを、上記の中心部で上記の周辺部より吸気の特定成分濃度が低くなる正成層パターン、上記の中心部で上記の周辺部より吸気の特定成分濃度が高くなる逆成層パターン、又は、上記の中心部と上記の周辺部で吸気の特定成分濃度が等しくなる均質パターンに変更することを特徴とする請求の範囲 2 に記載の吸気成層化方法。

4 上記の内燃機関の運転条件に応じて、上記の中心部における吸気の特定成分濃度に対する、上記の周辺部における吸気の特定成分濃度の比を変更することを特徴とする請求の範囲 2 に記載の吸気成層化方法。

5 上記の内燃機関は、圧縮着火内燃機関であることを特徴とする請求の範囲 1 ~ 4 のいずれかに記載の吸気成層化方法。

6 複数の吸気ポートで燃焼室に複数の同一方向の吸気スワール流を形成し、燃料を燃焼室にそのピストン頂面と対面する天井面の中心部からピストン頂面中央部のキャビティの周辺部に向けて噴射する直接噴射式内燃機関において、

25 吸気行程において、燃焼室の上部にその周壁に沿う第 1 吸気のスワール流を形成し、燃焼室の下部にその周壁に沿う第 2 吸気のスワール流を形成し、圧縮行程の中程まで、燃焼室において第 1 吸気のスワール流と第 2 吸気のスワール流が上下に配置された状態を継続し、

スキッシュ流が発生する圧縮行程の後半に、ピストン頂面中央部のキャビティ

において、中央領域に第1吸気を流入させ、周辺領域と底部領域に第2吸気を残存させ、

燃料が燃焼を開始する圧縮行程の終期近傍において、燃焼室の燃料噴射位置を中心とする概略半球面ないし概略扁平半球面の内側の領域に第1吸気を、外側の領域に第2吸気を主に配置する構成にしたことを特徴とする吸気成層化装置。

7 上記の概略半球面ないし概略扁平半球面は、燃料の噴射方向には燃焼室の燃料噴射位置から噴霧分裂距離の1～1.5倍位離れていることを特徴とする請求の範囲6に記載の吸気成層化装置。

8 上記の内燃機関は、圧縮着火内燃機関であることを特徴とする請求の範囲6又は7に記載の吸気成層化装置。

9 燃焼室の上部に第1吸気のスワール流を形成する吸気ポートと、燃焼室の下部に第2吸気のスワール流を形成する吸気ポートとで吸気弁の開放期間をずらし、吸気行程の前期には、後者の吸気ポートの吸気弁のみが開放して第2吸気のみが燃焼室に流入し、吸気行程の中期には、両者の吸気ポートの吸気弁が開放して第1吸気と第2吸気が燃焼室に流入し、吸気行程の後期には、前者の吸気ポートの吸気弁のみが開放して第1吸気のみが燃焼室に流入する構成にしたことを特徴とする請求の範囲6又は7に記載の吸気成層化装置。

10 燃料を燃焼室に噴射する直接噴射式内燃機関において、

燃焼室は、圧縮行程終期近傍の燃料燃焼開始時に、燃料噴射位置を含む中心部と周辺部に、還流排気が混入していない吸気又は還流排気濃度の薄い吸気と、還流排気が混入している吸気又は還流排気濃度の濃い吸気を配置する構成にしたことを特徴とする直接噴射式内燃機関。

11 高負荷時又は高回転時には、燃焼室は、圧縮行程終期近傍の燃料燃焼開始時に、上記の中心部に、還流排気が混入している吸気又は還流排気濃度の濃い吸

気を配置し、上記の周辺部に、還流排気が混入していない吸気又は還流排気濃度の薄い吸気を配置する構成にしたことを特徴とする請求の範囲 10 に記載の直接噴射式内燃機関。

- 5 1 2 運転条件に応じて、上記の中心部における還流排気の濃度に対する、上記の周辺部における還流排気の濃度の比を変更する構成にしたことを特徴とする請求の範囲 10 又は 11 に記載の直接噴射式内燃機関。

- 10 1 3 複数の吸気ポートで燃焼室に複数の同一方向の吸気スワール流を形成し、燃料を燃焼室にそのピストン頂面と対面する天井面の中心部からピストン頂面中央部のキャビティの周辺部に向けて噴射する直接噴射式内燃機関において、

吸気行程において、還流排気が混入していない第 1 吸気を燃焼室上部の周壁に沿うスワール流にし、還流排気が混入している第 2 吸気を燃焼室下部の周壁に沿うスワール流にし、

- 15 スキッシュ流が発生する圧縮行程の後半に、ピストン頂面中央部のキャビティにおいて、中央領域に第 1 吸気を流入させ、周辺領域と底部領域に第 2 吸気を残存させ、

- 20 燃料が燃焼を開始する圧縮行程の終期近傍において、燃焼室は、燃料噴射位置を中心とする概略半球面ないし概略扁平半球面の内側の領域に、還流排気が混入していない吸気又は還流排気濃度の薄い吸気を、外側の領域に、還流排気が混入している吸気又は還流排気濃度の濃い吸気を配置する構成にしたことを特徴とする直接噴射式内燃機関。

- 25 1 4 燃焼室の上部に第 1 吸気のスワール流を形成する吸気ポートと、燃焼室の下部に第 2 吸気のスワール流を形成する吸気ポートとで吸気弁の開放期間をずらし、吸気行程の前期には、後者の吸気ポートの吸気弁のみが開放して第 2 吸気のみが燃焼室に流入し、吸気行程の中期には、両者の吸気ポートの吸気弁が開放して第 1 吸気と第 2 吸気が燃焼室に流入し、吸気行程の後期には、前者の吸気ポートの吸気弁のみが開放して第 1 吸気のみが燃焼室に流入する構成にしたことを特

徴とする請求の範囲 1 3 に記載の直接噴射式内燃機関。

- 1 5 上記の概略半球面ないし概略扁平半球面は、燃料の噴射方向には燃料噴射位置から噴霧分裂距離の 1 ~ 1. 5 倍位離れていることを特徴とする請求の範囲 5 1 3 又は 1 4 に記載の直接噴射式内燃機関。

- 1 6 上記の内燃機関は、圧縮着火内燃機関であることを特徴とする請求の範囲 1 0、1 1、1 3 又は 1 4 に記載の直接噴射式内燃機関。

- 10 1 7 燃焼室の吸気又は燃焼室の吸気と吸気通路の吸気に燃料を噴射し、燃料を圧縮行程の終期近傍で燃焼開始させる圧縮着火式又は火花点火式の直接噴射式内燃機関において、

- 燃焼開始時に、燃焼室は、天井面中心部を含む中央部と、周辺部のスキッシュエリア、キャビティ内壁面近傍に、燃料が混入している吸気又は燃料濃度が濃い
15 吸気と、燃料が混入していない吸気又は燃料濃度が薄い吸気を配置する構成にしたことを特徴とする直接噴射式内燃機関。

- 1 8 燃焼開始時に燃焼室の天井面中心部を含む中央部に配置される吸気の燃料濃度に対する、燃焼室の周辺部に配置される吸気の燃料濃度の比を、運転条件に
20 応じて変更する構成にしたことを特徴とする請求の範囲 1 7 に記載の直接噴射式内燃機関。

- 1 9 複数の吸気ポートで燃焼室に複数の同一方向の吸気スワール流を形成し、燃焼室又は吸気通路の吸気に予混合用燃料を吸気行程又は圧縮行程の 3 0 ° B T
25 D C 以前の予混合用噴射時期に噴射し、燃料を圧縮行程の終期近傍で燃焼開始させる圧縮着火式又は火花点火式の直接噴射式内燃機関において、

予混合用燃料は、燃焼室の特定の吸気スワール流、又は、特定の吸気ポート若しくは特定の吸気ポートを含む吸気通路の吸気に噴射し、燃焼開始時に、燃焼室は、天井面中心部を含む中央部に、燃料が混入している吸気又は燃料濃度が濃い

吸気を、周辺部のスキッシュエリア、キャビティ内壁面近傍に、燃料が混入していない吸気又は燃料濃度が薄い吸気をそれぞれ配置する構成にしたことを特徴とする直接噴射式内燃機関。

- 5 20 複数の吸気ポートで燃焼室に複数の同一方向の吸気スワール流を形成し、燃焼室又は吸気通路の吸気に予混合用燃料を吸気行程又は圧縮行程の 30° B T D C 以前の予混合用噴射時期に噴射し、燃料を圧縮行程の終期近傍で燃焼開始させる圧縮着火式又は火花点火式の直接噴射式内燃機関において、

- 10 吸気行程において、第1吸気を燃焼室上部の周壁に沿うスワール流にし、第2吸気を燃焼室下部の周壁に沿うスワール流にし、予混合用燃料は、第1吸気に噴射し、

スキッシュ流が発生する圧縮行程の後半に、ピストン頂面中央部のキャビティにおいて、中央領域に第1吸気を流入させ、周辺領域と底部領域に第2吸気を残存させ、

- 15 燃焼開始時に、燃焼室は、天井面中心部を含む中央部に、燃料が混入している吸気又は燃料濃度が濃い吸気を、周辺部のスキッシュエリア、キャビティ内壁面近傍に、燃料が混入していない吸気又は燃料濃度が薄い吸気をそれぞれ配置する構成にしたことを特徴とする直接噴射式内燃機関。

- 20 21 複数の吸気ポートで燃焼室に複数の同一方向の吸気スワール流を形成し、燃焼室天井面の燃料噴射弁から、燃焼室の吸気に、その時の負荷に必要な量の燃料の一部を、吸気行程又は圧縮行程の 30° B T D C 以前の予混合用噴射時期に噴射し、燃料の残部を圧縮行程の終期近傍の通常噴射時期に噴射し、燃料を圧縮行程の終期近傍で燃焼開始させる圧縮着火式又は火花点火式の直接噴射式内燃機
25 関において、

燃料噴射弁は、噴射方向、噴霧角や貫徹力などの噴霧特性を変化可能な可変式にし、

可変式の燃料噴射弁から、予混合用噴射時期に、燃焼開始時に燃焼室の天井面中心部を含む中央部に主に配置される吸気スワール流にその吸気スワール流のみ

に燃料噴霧の大部分が混入するのに適した噴霧特性で噴霧する構成にしたことを特徴とする直接噴射式内燃機関。

1/11

図 1

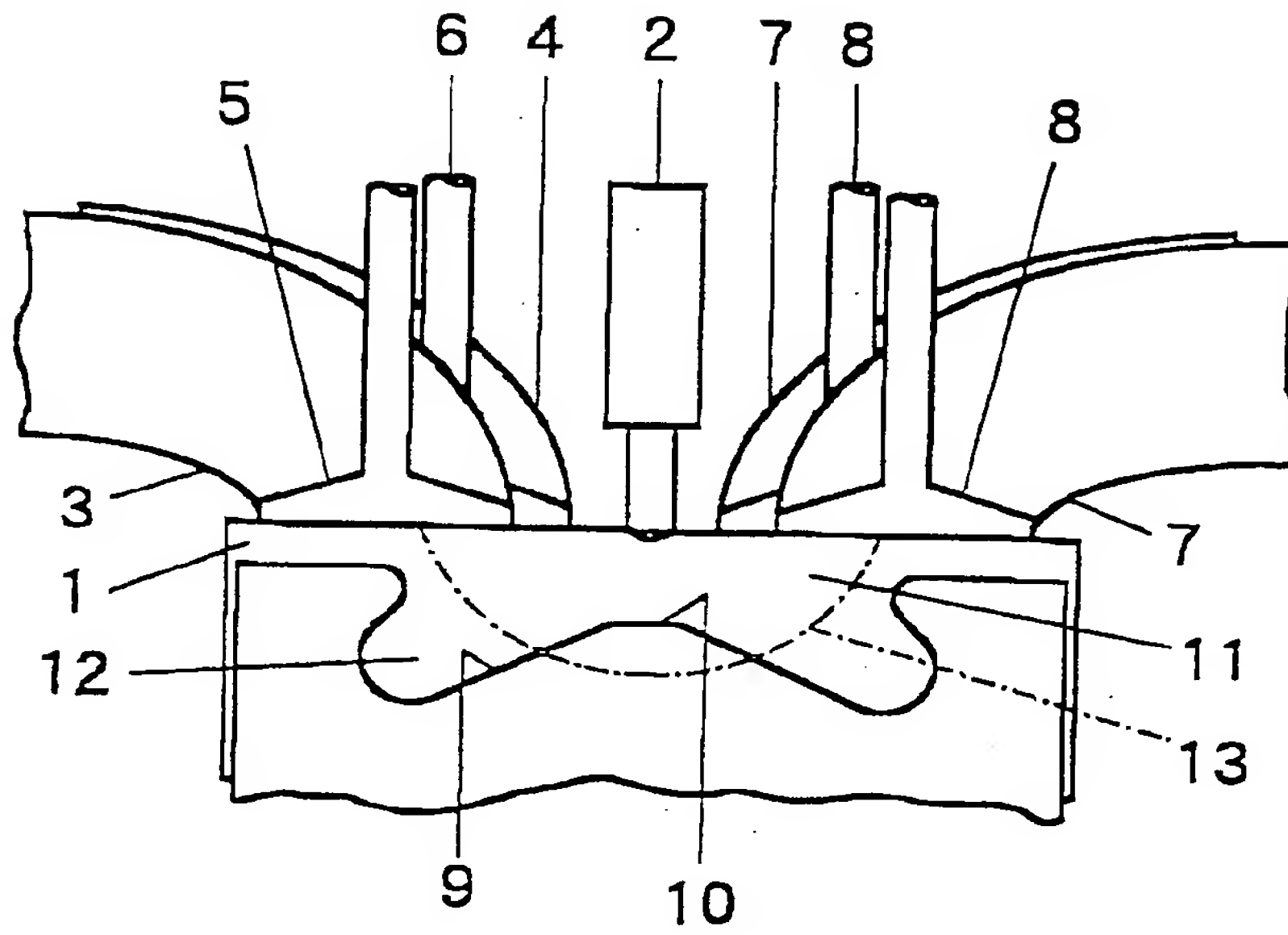
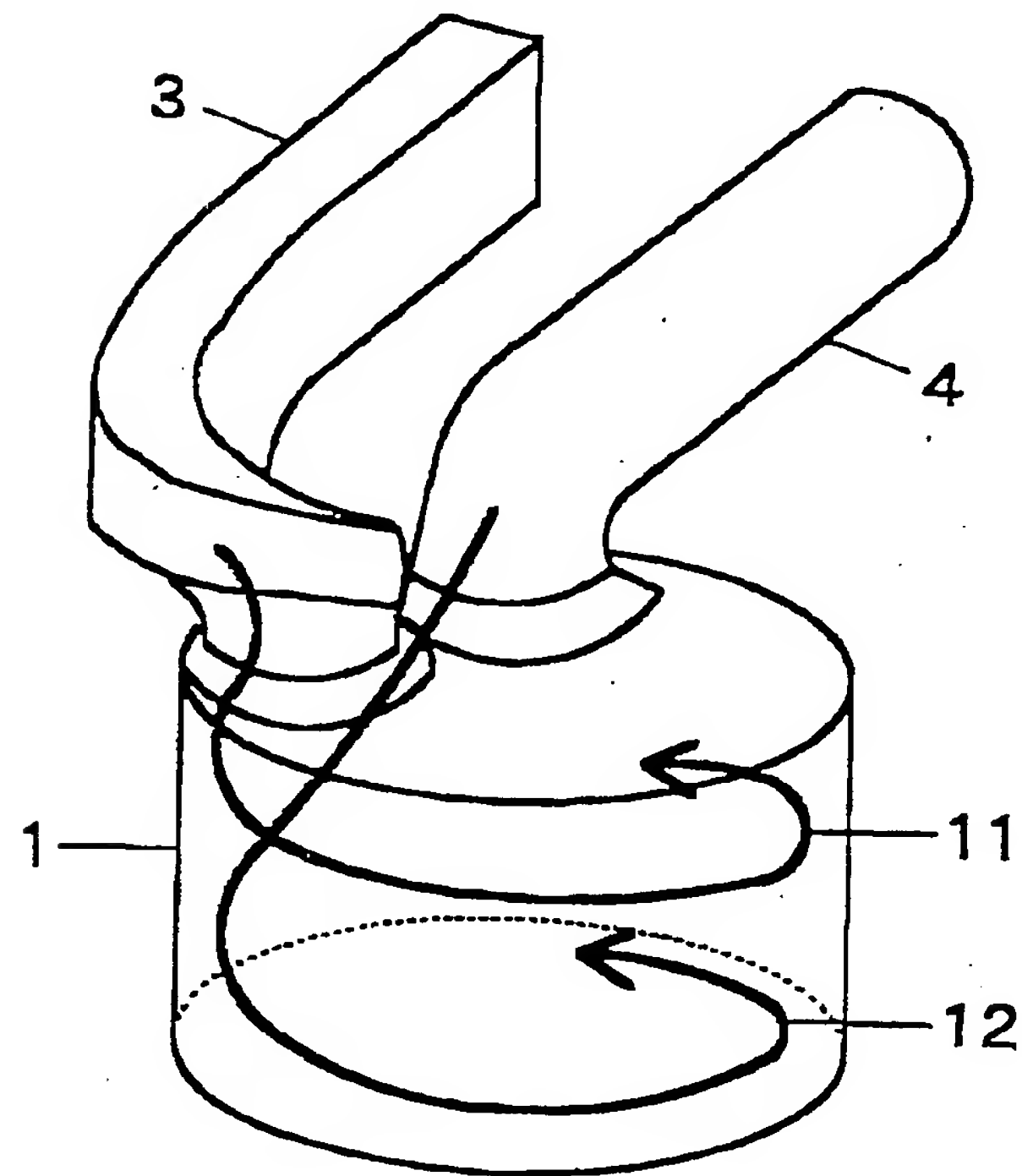
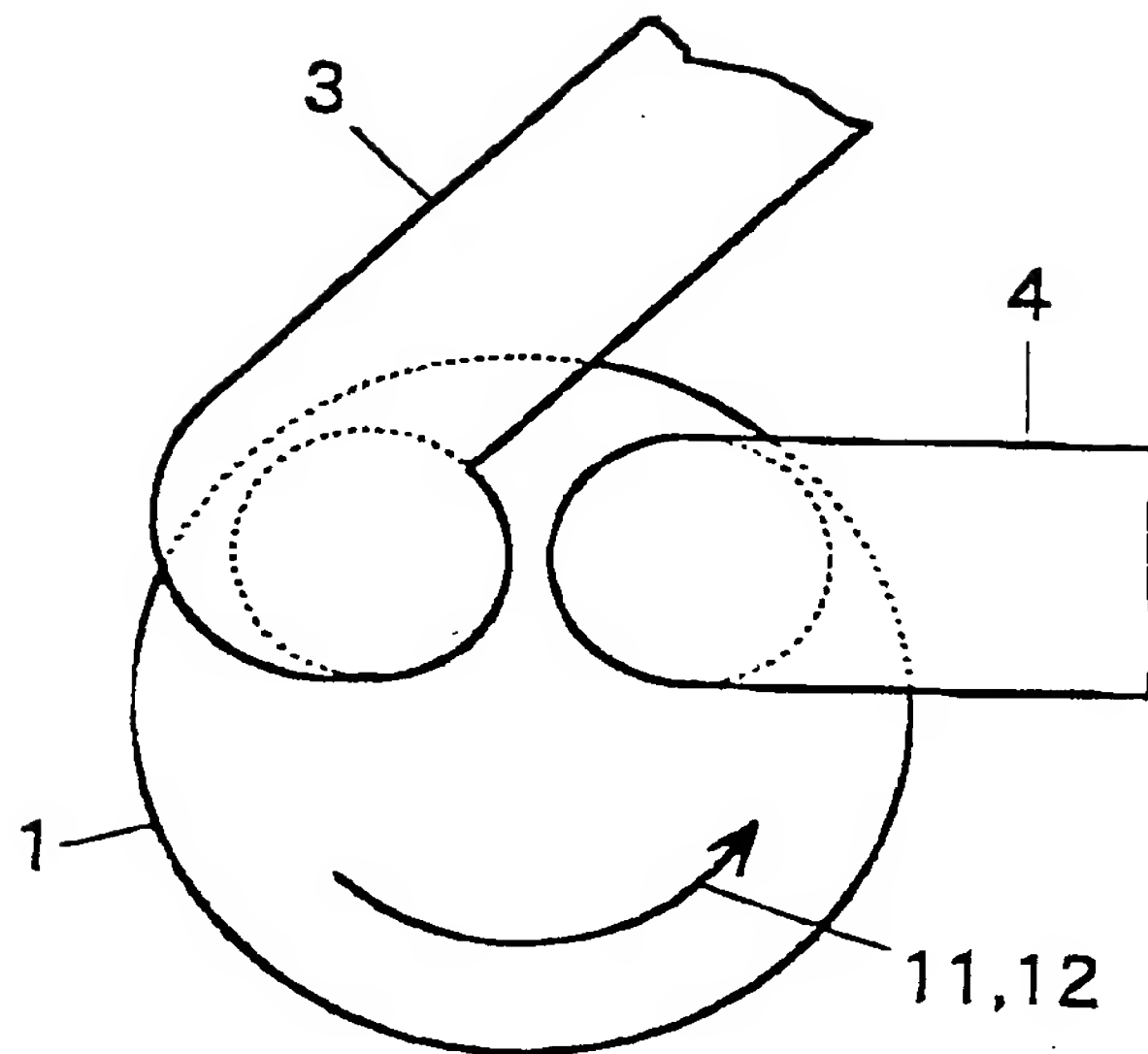


図 2



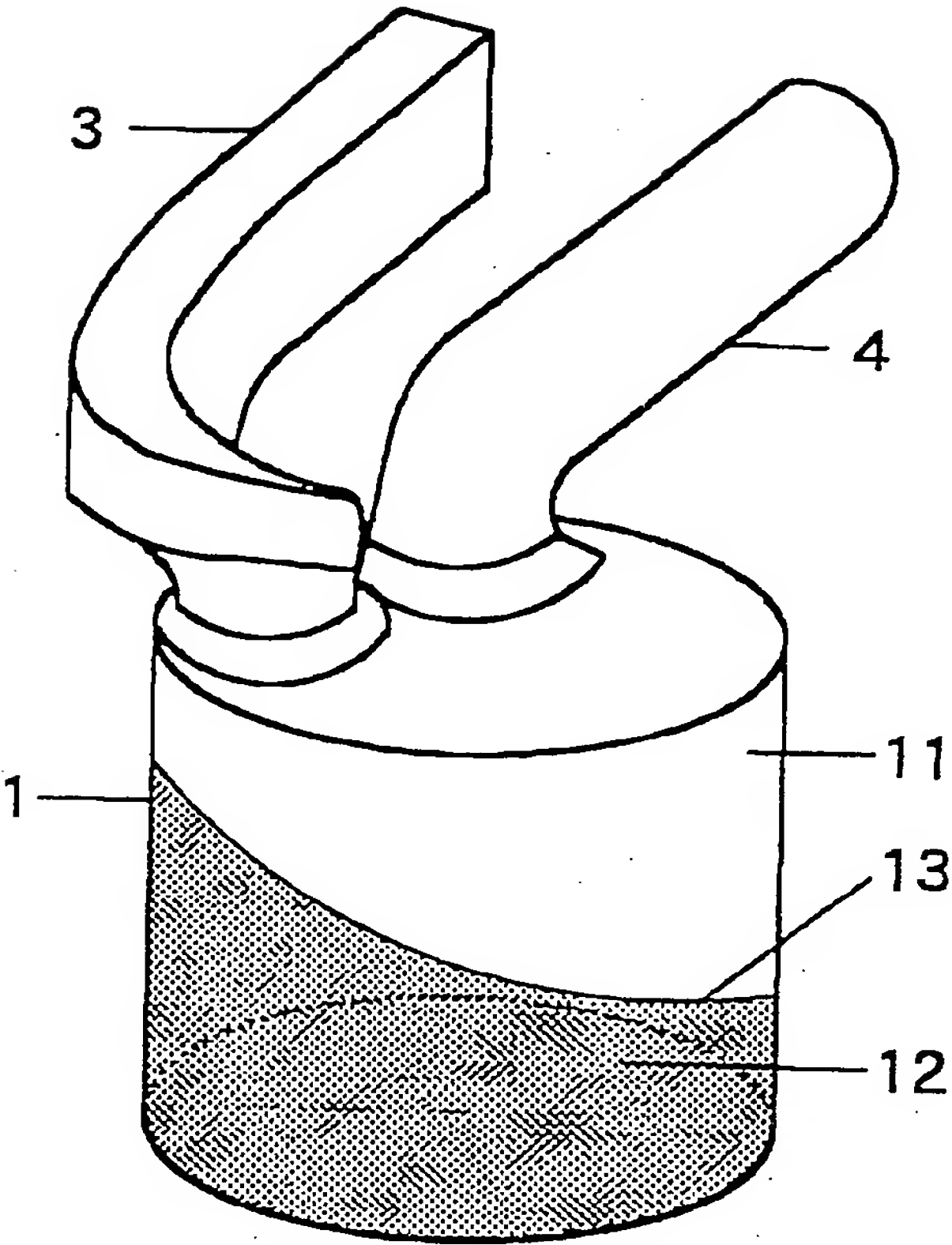
2/11

図 3



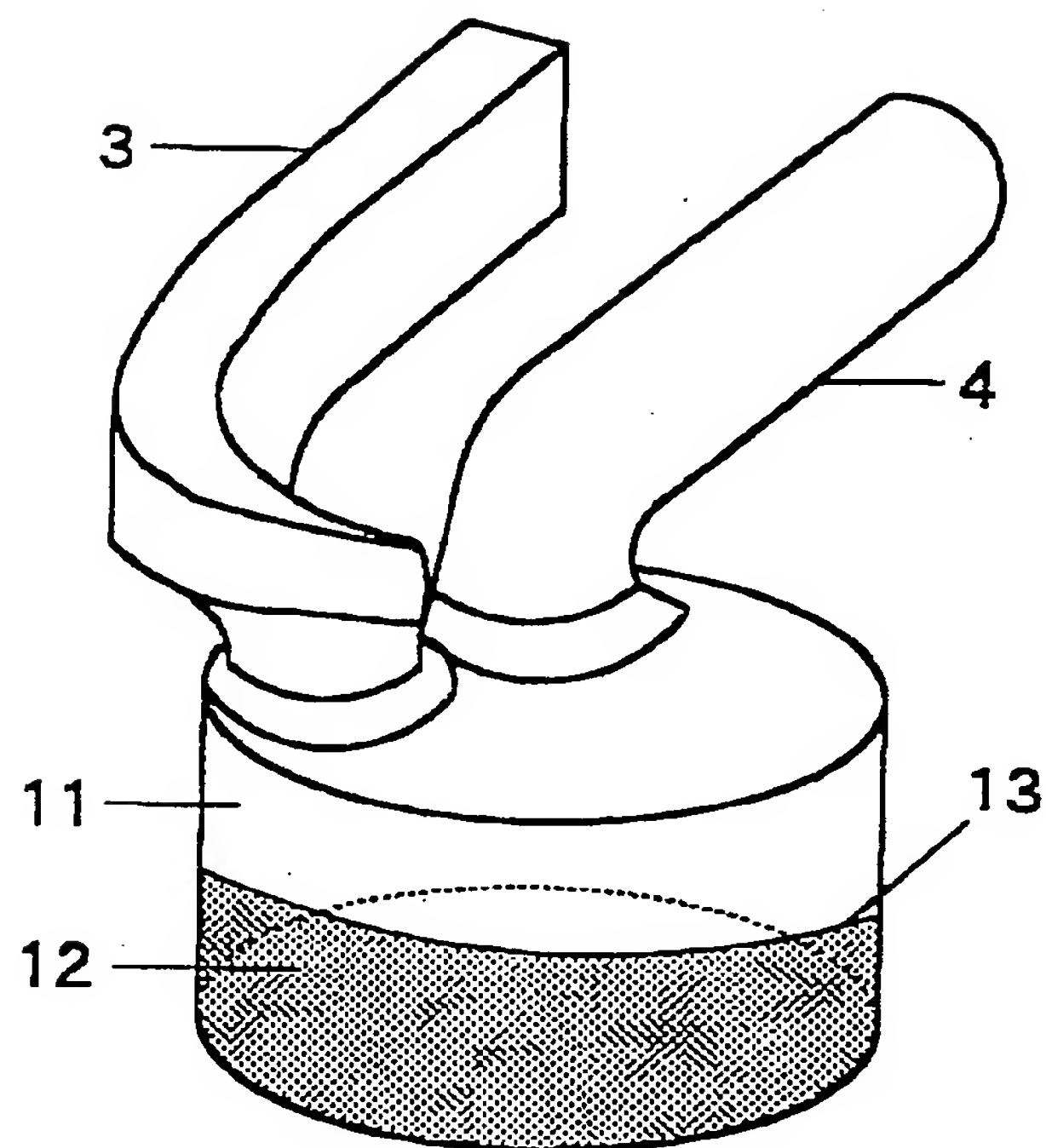
3/ 1 1

図 4



4/11

図 5



5/11

図 6

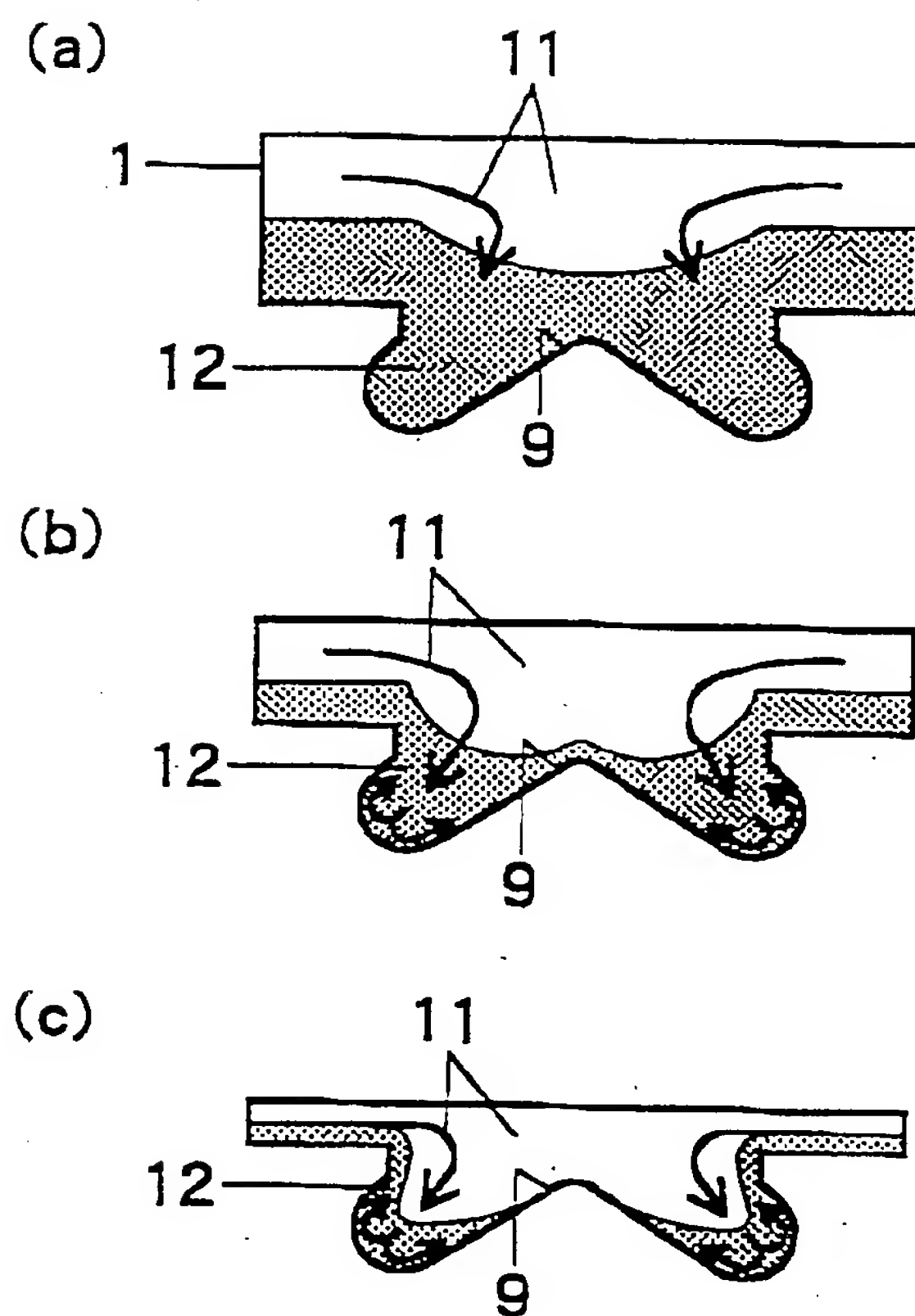
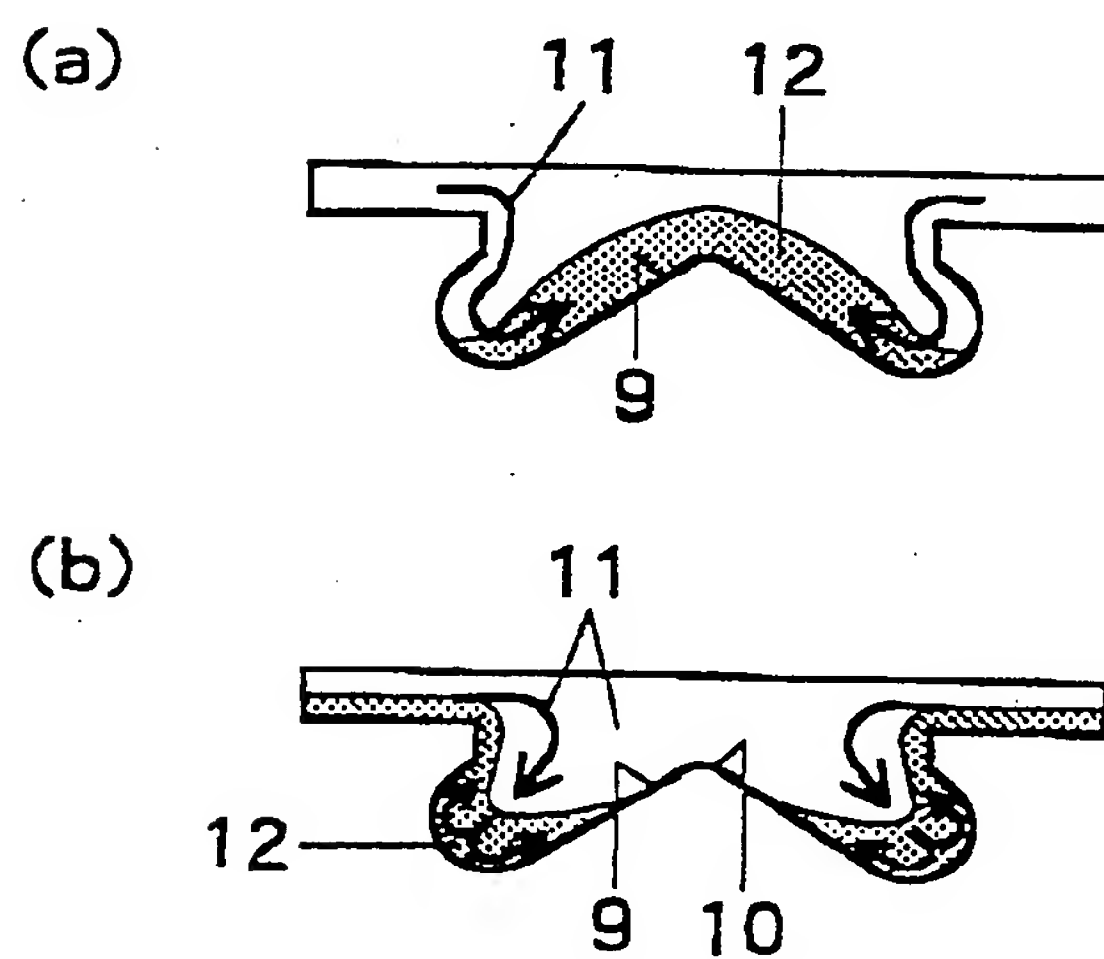


図 7



6/11

図 8

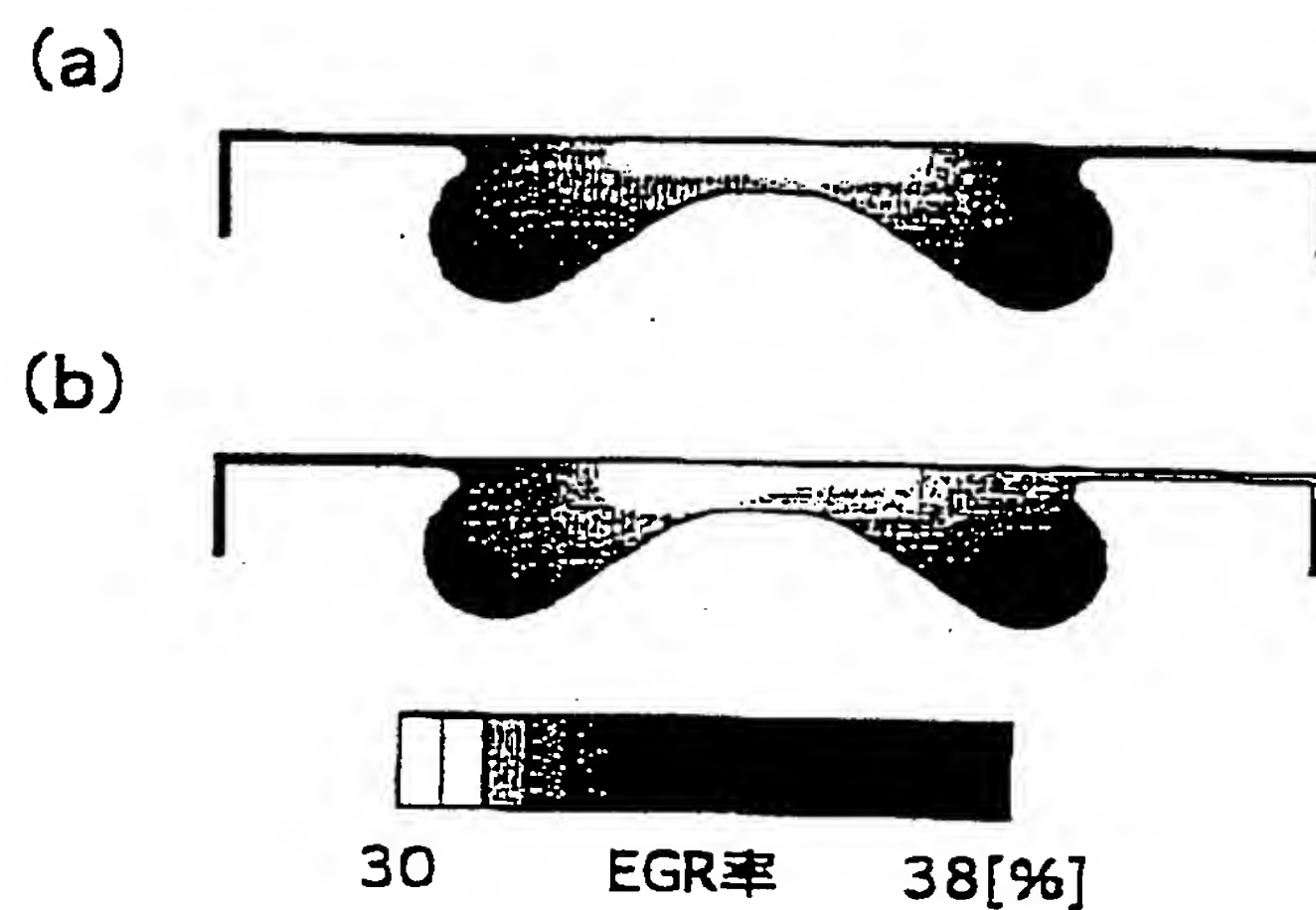
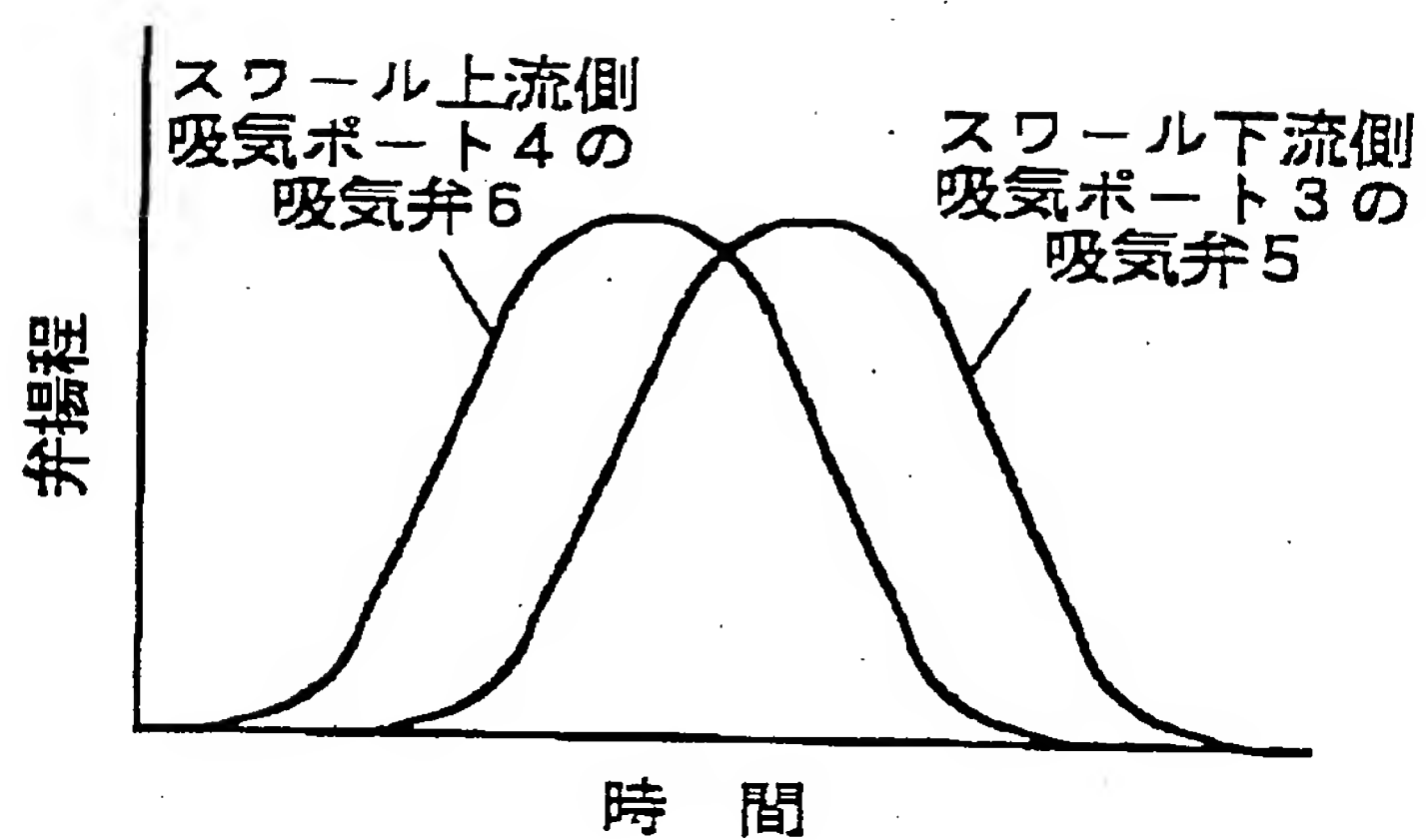


図 9



7/11

図 10

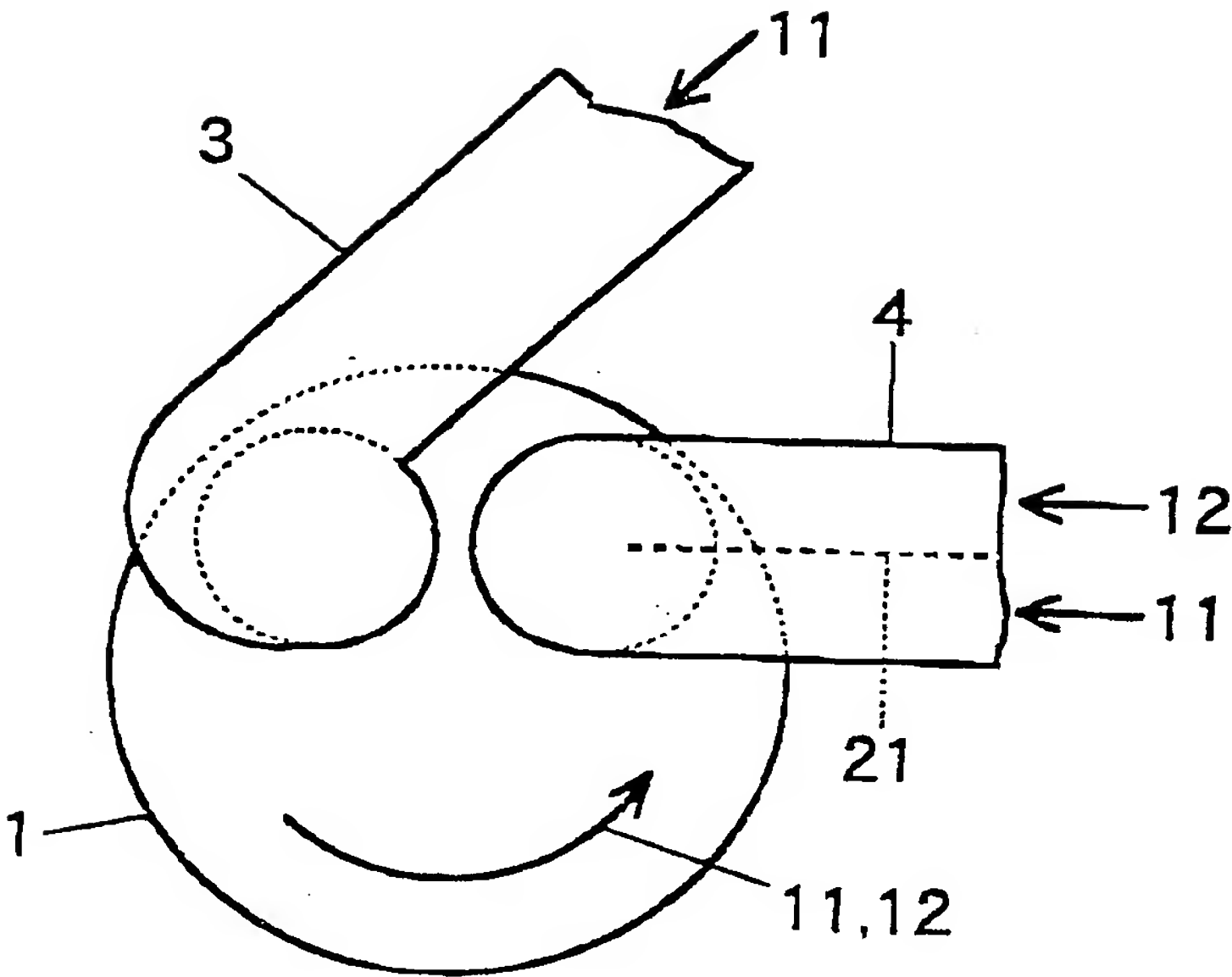
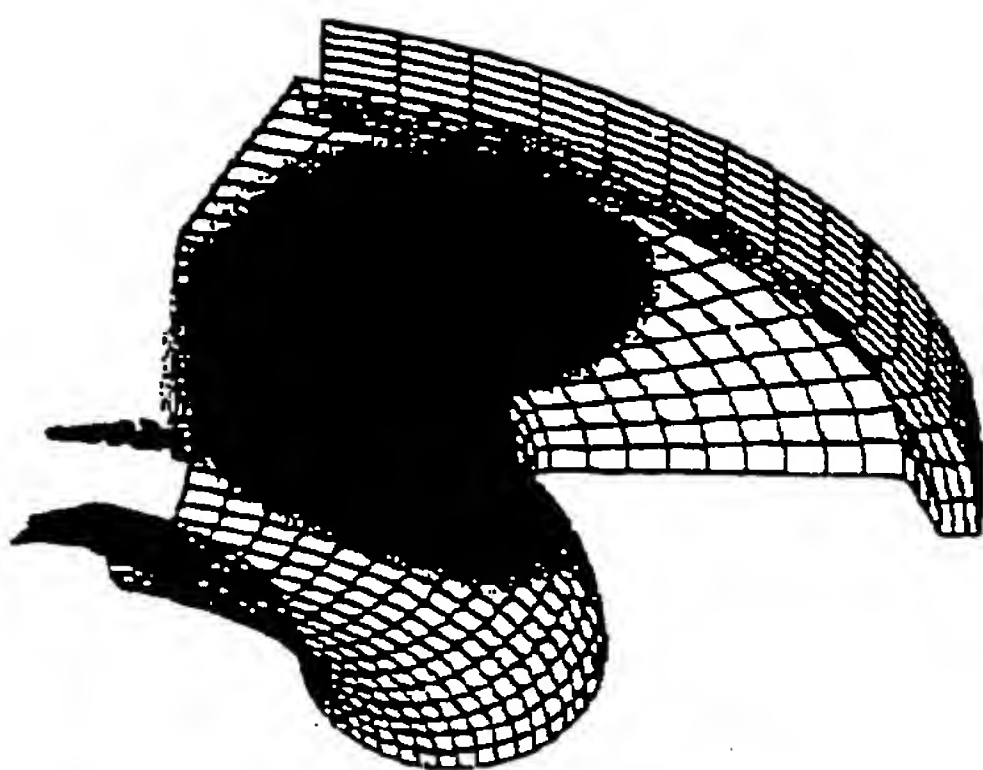
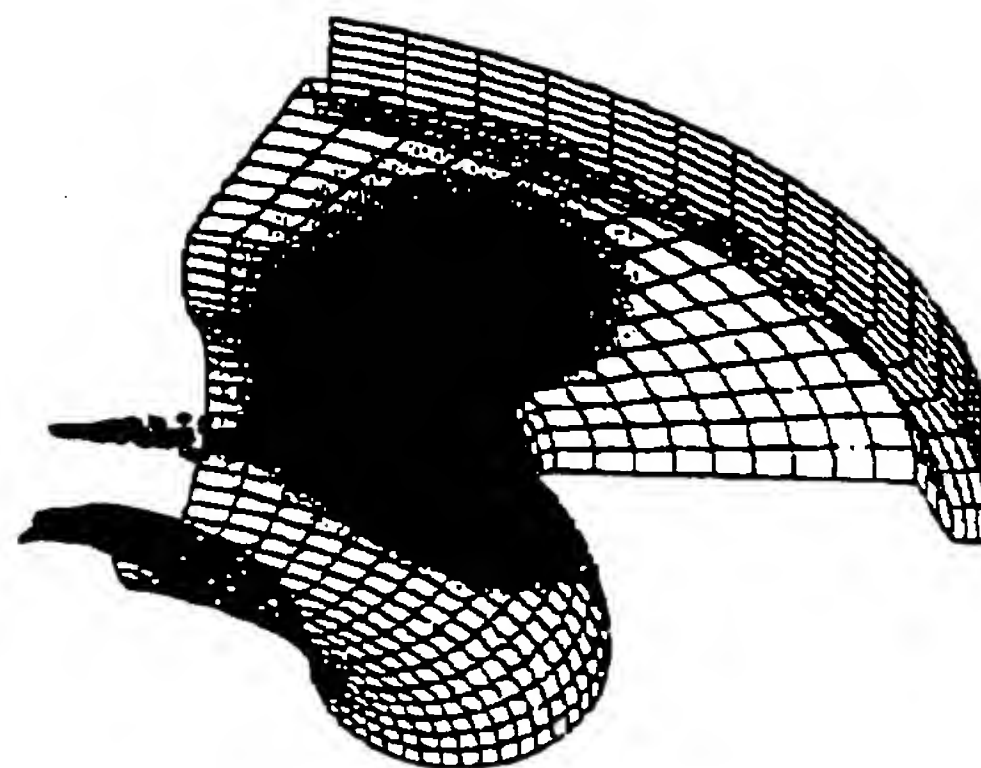


FIG 11

(a) 10° ATDC
Temperature

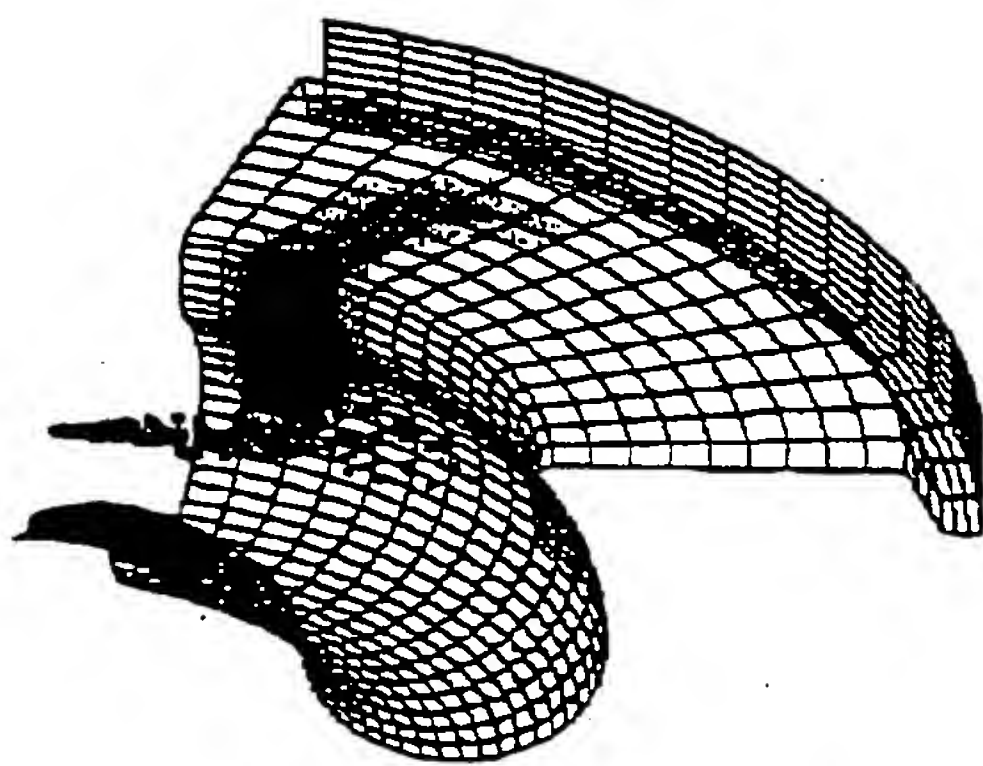
1200 temperature 2600K

(b) Fuel Vapour



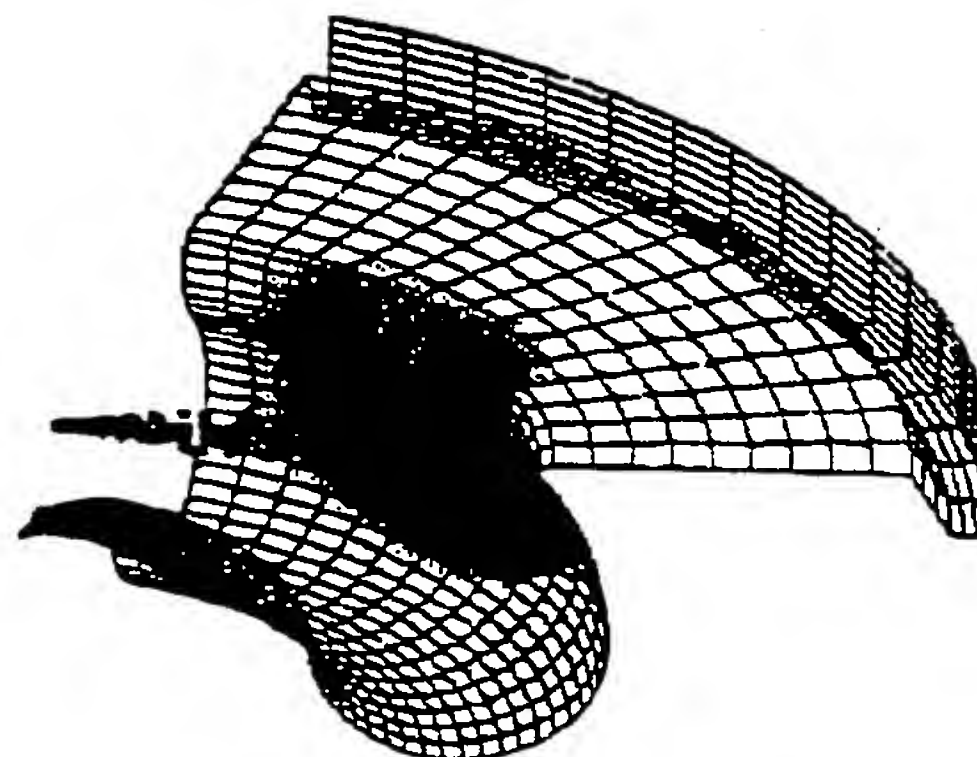
0 mass fraction 0.15

(c) NO



0 mass fraction 0.002

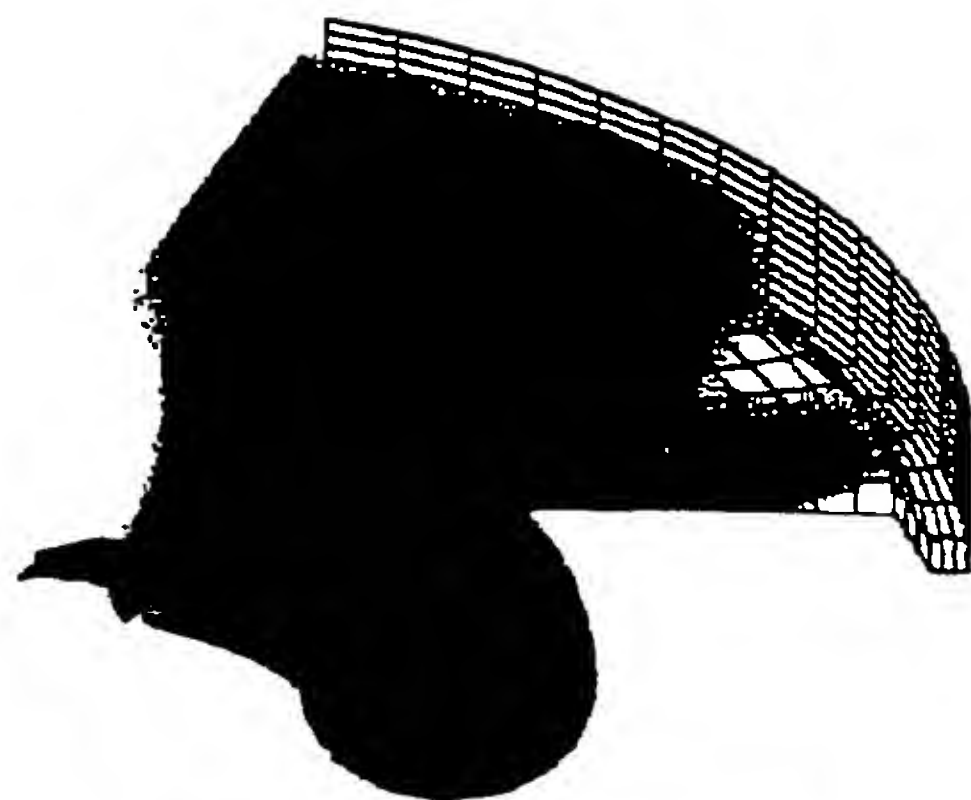
(d) Soot



0 mass fraction 0.0002

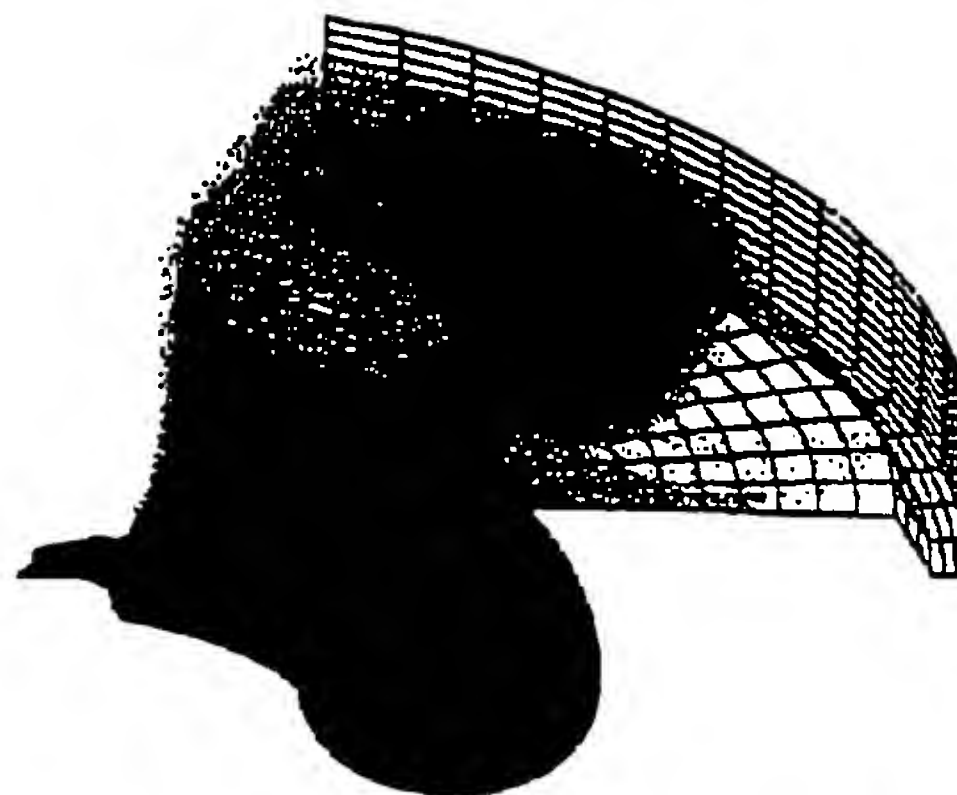
9/11

图 12

(a) 20° ATDC
Temperature

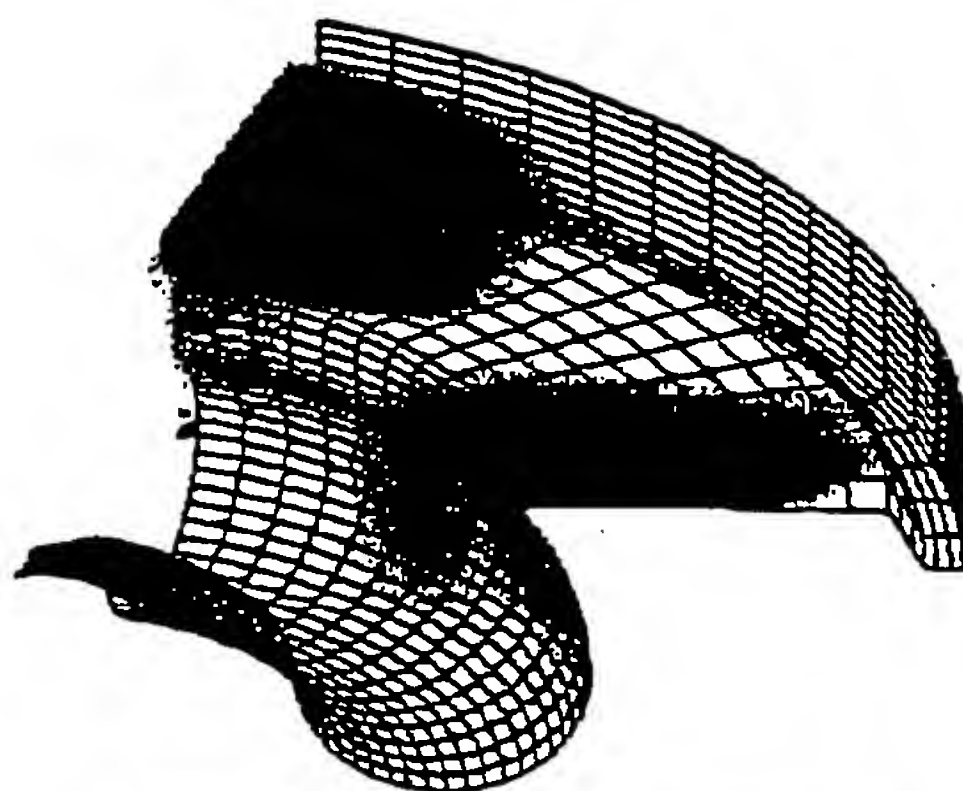
1200 temperature 2600K

(b) Fuel Vapour



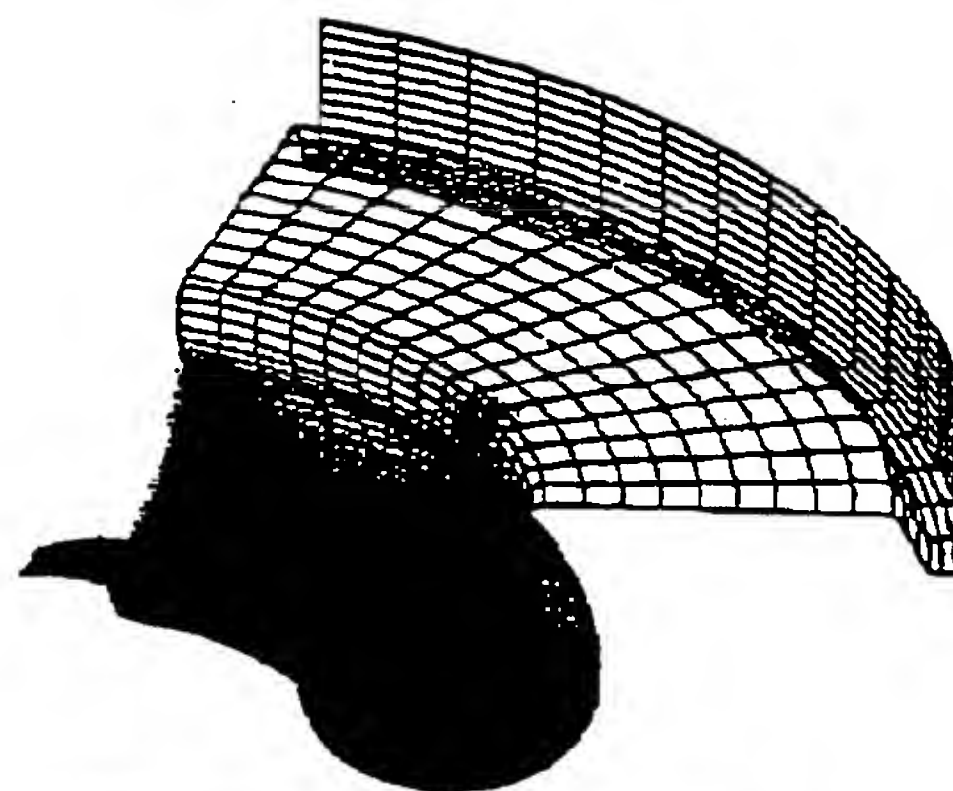
0 mass fraction 0.15

(c) NO



0 mass fraction 0.002

(d) Soot



0 mass fraction 0.0002

図 1 3

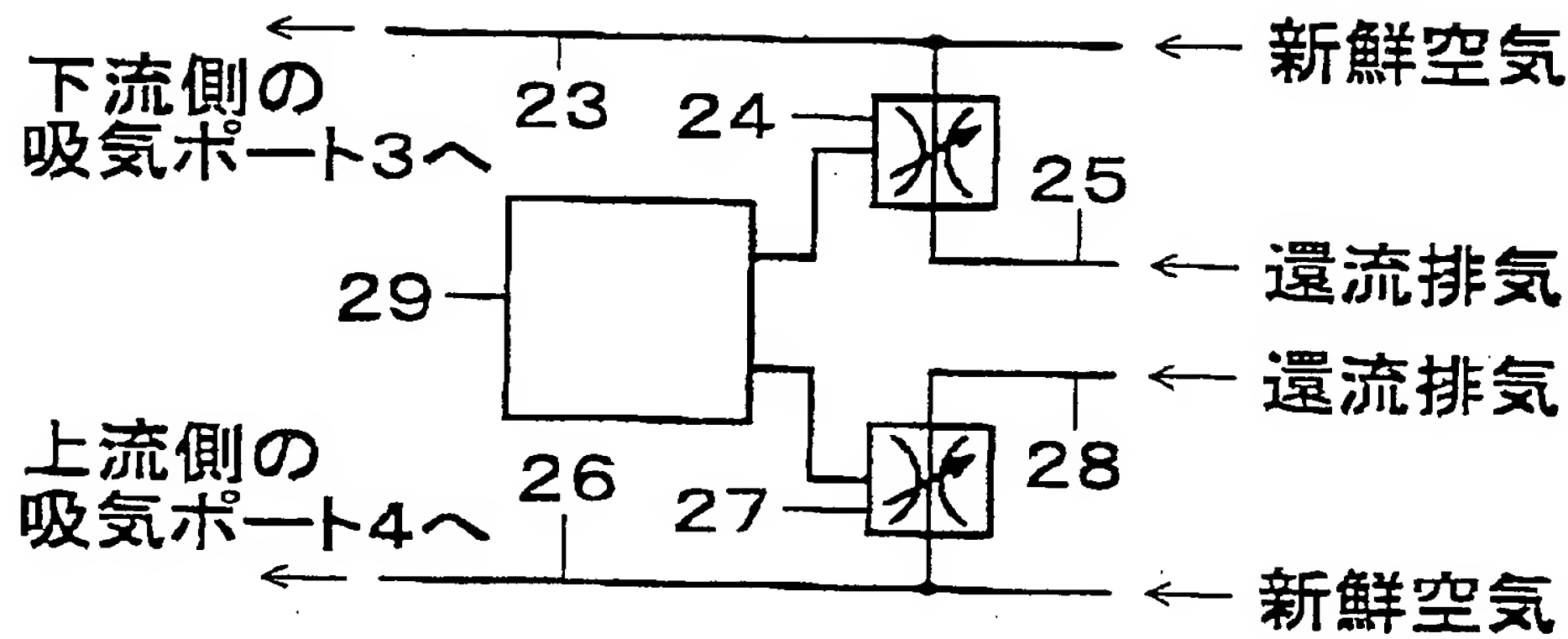
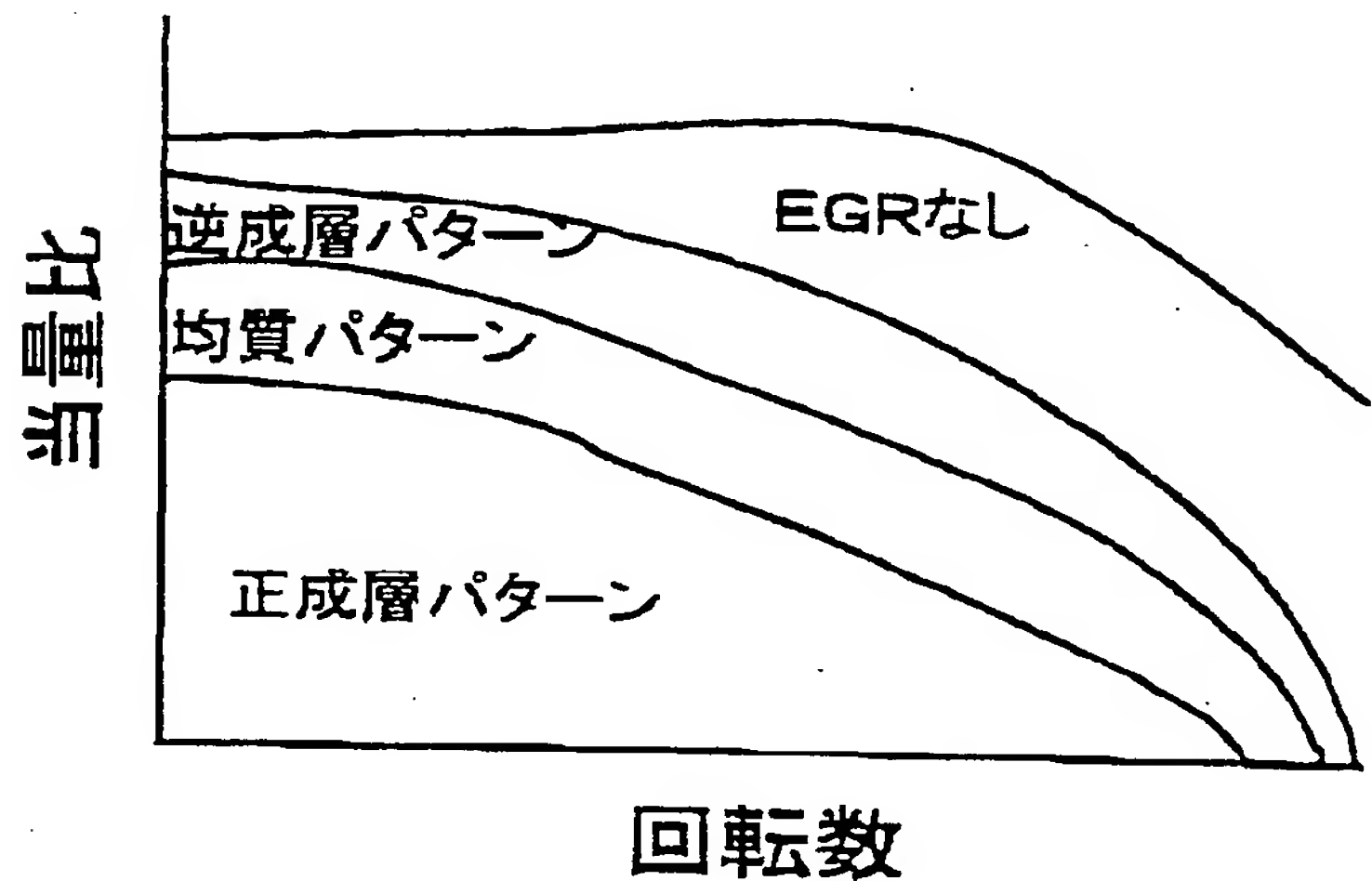


図 1 4



11/ 1 1

図 1 5

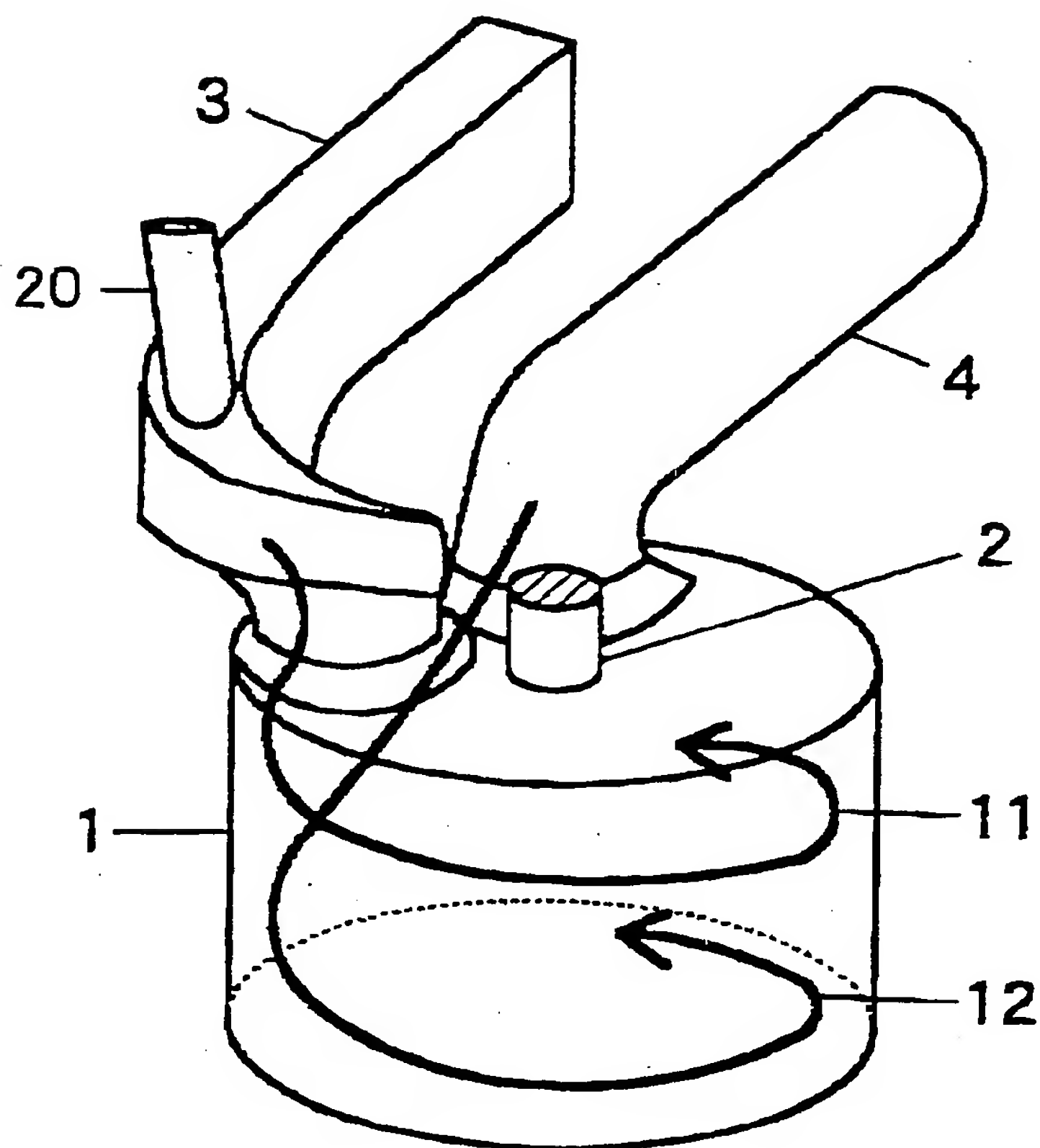
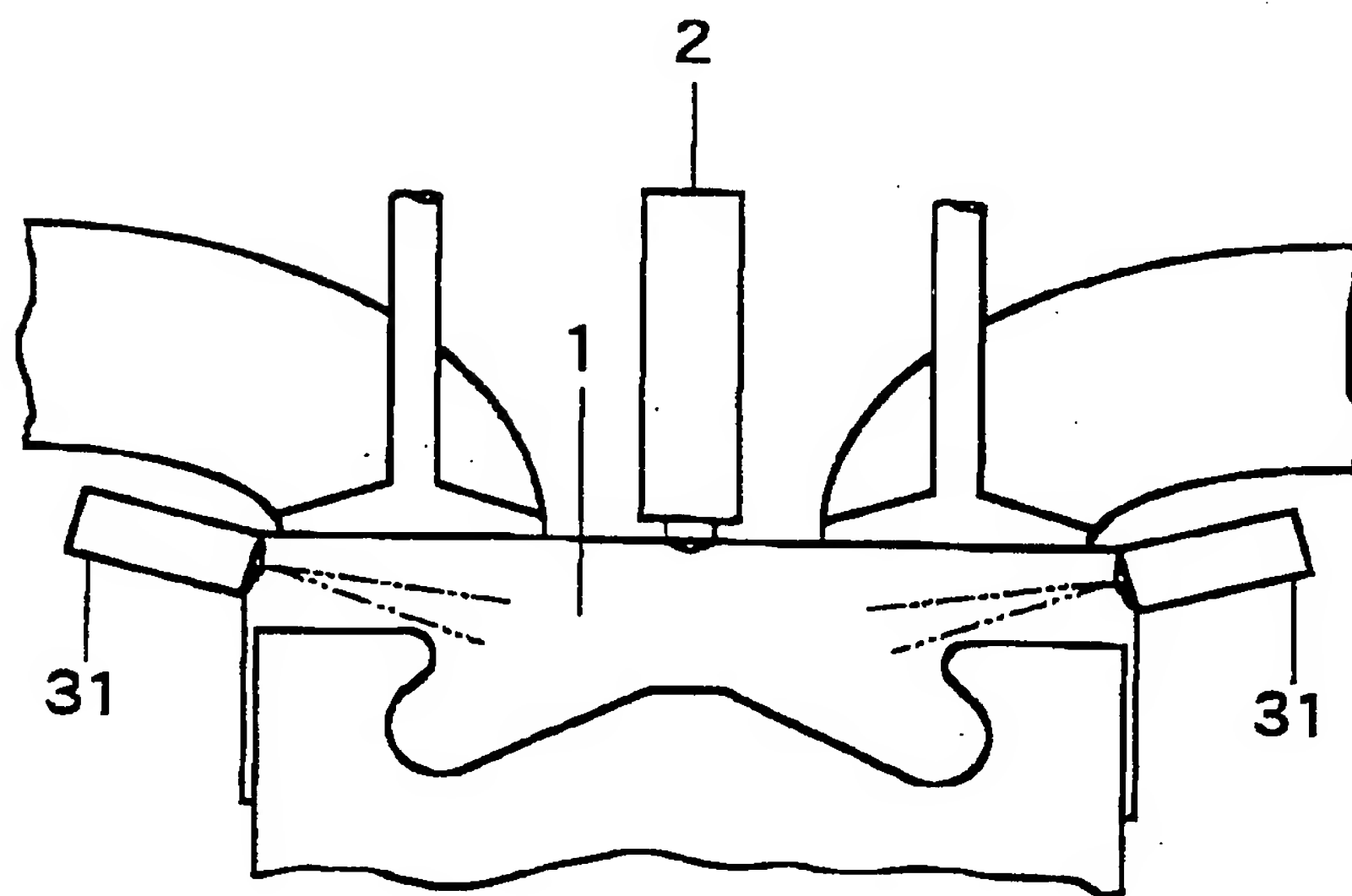


図 1 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/00424

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ F02B17/00, F02B23/06, F02B31/00, F02B31/02 F02D41/02, 41/04, F02M25/07 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ F02B1/00-23/10, F02B31/00-31/02, F02D41/00-41/40 F02M25/07 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP, 06-147023, A (YANMAR DIESEL ENGINE CO., LTD.), 27 May, 1994 (27.05.94) (Family: none)	1, 2, 4, 5, 10-12, 15-18 3, 6-9, 13, 14, 19, 20
X Y	JP, 63-082032, U (Toyota Motor Corporation), 30 May, 1988 (30.05.88) (Family: none)	1, 2, 4 3, 6-20
X	JP, 11-148429, A (Mitsubishi Motors Corporation), 02 June, 1999 (02.06.99) (Family: none)	1, 2, 4, 5, 10-12, 17, 18 3, 6-9, 13, 14
Y X Y	EP, 594462, A (RICARDO CONSULTING ENG), 27 April, 1994 (27.04.94) & US, 5379743, A & JP, 06-200836, A	1, 2, 4 6-9, 13-19
X Y	JP, 07-166926, A (Nissan Motor Co., Ltd.), 27 June, 1995 (27.06.95) (Family: none)	1, 2, 4 6-21
X Y	JP, 11-324765, A (Nissan Motor Co., Ltd.), 26 November, 1999 (26.11.99) & EP, 943793, A	1, 2, 4, 17, 18 19-21
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 24 April, 2001 (24.04.01)		Date of mailing of the international search report 15 May, 2001 (15.05.01)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/00424

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP, 11-343854, A (Nissan Motor Co., Ltd.), 14 December, 1999 (14.12.99) (Family: none)	1, 2, 4 19-21
X Y	JP, 10-317979, A (Nissan Motor Co., Ltd.), 02 December, 1998 (02.12.98), (Family: none)	1, 2, 4, 13 6-21
X Y	JP, 07-247847, A (Nissan Motor Co., Ltd.), 26 September, 1995 (26.09.95) (Family: none)	1, 2, 4 17-21
X Y	WO, 95/22687, A1 (FORD MOTOR Co.), 24 August, 1995 (24.08.95) & JP, 9-510275, A & EP, 746676, A & US, 5653202, A	1, 2, 4 10, 12, 19
X Y	JP, 08-200137, A (Toyota Motor Corporation), 06 August, 1996 (06.08.96) (Family: none)	1, 2, 4 21
X	EP, 814245, A (VOLKSWAGEN AKTIENGESSELLSCHAFT), 29 December, 1997 (29.12.97) & JP, 10-068323, A & US, 5870993, A	1, 2, 4
Y	JP, 07-293260, A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 07 November, 1995 (07.11.95) (Family: none)	19, 20
X Y	JP, 07-189713, A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 28 July, 1995 (28.07.95) (Family: none)	1, 2, 4 13, 14, 17-21
X Y	JP, 11-002158, A (Nissan Motor Co., Ltd.), 06 January, 1999 (06.01.99) (Family: none)	1, 2, 4 11, 12
E	JP, 2000-045781, A (Hitachi, Ltd.), 15 February, 2000 (15.02.00) (Family: none)	1, 2, 4

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO1/00424

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F02B17/00, F02B23/06, F02B31/00, F02B31/02
F02D41/02, 41/04, F02M25/07

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F02B1/00-23/10,
F02B31/00-31/02, F02D41/00-41/40
F02M25/07

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2001年
日本国登録実用新案公報 1994-2001年
日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	J P, 06-147023, A (ヤンマーディーゼル株式会社), 27. 5月. 1994 (27. 05. 94), (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5, 10-12, 15-18 3, 6-9, 13, 14, 19, 20
X Y	J P, 63-082032, U (トヨタ自動車株式会社), 30. 5月. 1988 (30. 05. 88), (ファミリーなし)	1, 2, 4 3, 6-20
X Y	J P, 11-148429, A (三菱自動車工業株式会社), 2. 6月. 1999 (02. 06. 99), (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5, 10-12, 17, 18 3, 6-9, 13, 14

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24. 04. 01

国際調査報告の発送日

15.05.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

村上 哲



3G

9039

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	EP, 5 9 4 4 6 2, A (RICARDO CONSULTING ENG), 27. 4月. 1994 (27. 04. 94) & US, 5 3 7 9 7 4 3, A & JP, 06-200836, A	1, 2, 4 6-9, 13-19
X Y	JP, 07-166926, A (日産自動車株式会社), 27. 6 月. 1995 (27. 06. 95), (ファミリーなし)	1, 2, 4 6-21
X Y	JP, 11-324765, A (日産自動車株式会社), 26. 1 1月. 1999 (26. 11. 99) & EP, 943793, A	1, 2, 4, 17, 18 19-21
X Y	JP, 11-343854, A (日産自動車株式会社), 14. 1 2月. 1999 (14. 12. 99), (ファミリーなし)	1, 2, 4 19-21
X Y	JP, 10-317979, A (日産自動車株式会社), 2. 12 月. 1998 (02. 12. 98), (ファミリーなし)	1, 2, 4, 13 6-21
X Y	JP, 07-247847, A (日産自動車株式会社), 26. 9 月. 1995 (26. 09. 95), (ファミリーなし)	1, 2, 4 17-21
X Y	WO, 95/22687, A1 (FORD MOTOR Co.), 24. 8月. 1995 (24. 08. 95) & JP, 9-510275, A & EP, 746676, A & US, 5653202, A	1, 2, 4 10, 12, 19
X Y	JP, 08-200137, A (トヨタ自動車株式会社), 6. 8 月. 1996 (06. 08. 96), (ファミリーなし)	1, 2, 4 21
X	EP, 814245, A (VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT), 2 9. 12月. 1997 (29. 12. 97) & JP, 10-068323, A & US, 5870993, A	1, 2, 4
Y	JP, 07-293260, A (富士重工業株式会社), 7. 11 月. 1995 (07. 11. 95), (ファミリーなし)	19, 20
X Y	JP, 07-189713, A (富士重工業株式会社), 28. 7 月. 1995 (28. 07. 95), (ファミリーなし)	1, 2, 4 13, 14, 17-21
X Y	JP, 11-002158, A (日産自動車株式会社), 6. 1 月. 1999 (06. 01. 99), (ファミリーなし)	1, 2, 4 11, 12
E	JP, 2000-045781, A (株式会社日立製作所), 1 5. 2月2000 (15. 02. 00), (ファミリーなし)	1, 2, 4